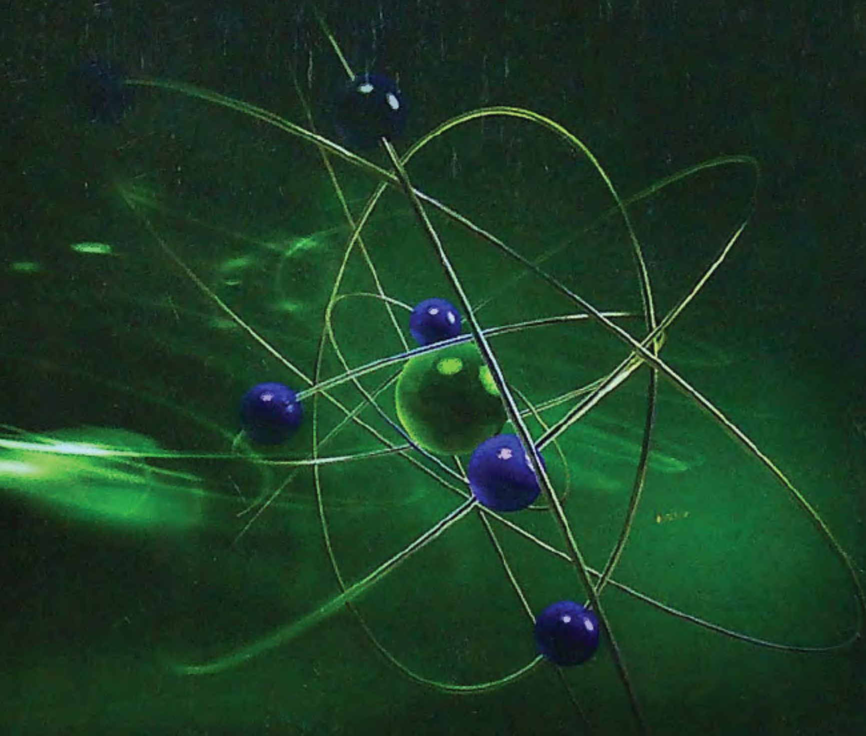
ପରମାଣୁ

ଇଂ. ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ



THE BOOK POINT

ପରମାଣୁ

ଇଂ. ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ
ବି.ଏସ୍‌ସି.(ଇଞ୍ଜିନିୟରିଙ୍ଗ୍), ଏମ୍.ଇ.
ଡେ଼ପୁଟି ଜେନେରାଲ ମ୍ୟାନେଜର
ମେକନ, ରାଞ୍ଚି

THE BOOK POINT
ଦି ବୁକ୍ ପଏଣ୍ଟ
ଭୁବନେଶ୍ୱର

ପରମାଣୁ

ଇଂ. ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ

ପ୍ରକାଶକ: ଦି ବୁକ୍ ପଏଣ୍ଟ
ପଠାଣି ସାମନ୍ତ ପ୍ଲାନେଟାରିୟମ୍ ପରିସର
ଆଚାର୍ଯ୍ୟ ବିହାର, ଭୁବନେଶ୍ୱର

ମୁଦ୍ରଣ: ଶିକ୍ଷାପ୍ରକାଶନୀ, ଭିଆଇପି ଏରିଆ
ଆଇ.ଆର.ସି ଭିଲେଜ, ଭୁବନେଶ୍ୱର

ଲିପି ବିନ୍ୟାସ: ସଂଘମିତ୍ରା ସାହୁ

୧ମ ସଂସ୍କରଣ: ଅଗଷ୍ଟ ୧୫, ୨୦୧୬

ମୂଲ୍ୟ: ଟ. ୬୬/- ମାତ୍ର

ଭୂମିକା

ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥର ମୂଳରେ ରହିଛି ପରମାଣୁ । ପରମାଣୁରୁ ସମସ୍ତ ସଜୀବ ଓ ନିର୍ଜୀବ ବସ୍ତୁ ଗଠିତ । ଆଜକୁ ୨୫୦୦ ବର୍ଷ ପୂର୍ବରୁ ଏହା ଉପରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରାଯାଇଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ଆଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହାକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ବୁଝାଯାଇ ପାରିନାହିଁ । ପରମାଣୁ ଉପରେ ଗବେଷଣା ଓ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ଅନେକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଛନ୍ତି । ପରମାଣୁର ଦୁଇ ମୁଖ୍ୟ ଅଂଶ ହେଉଛି ନାଭିକ (ପ୍ରୋଟୋନ୍+ନିଉଟ୍ରନ୍) ଏବଂ ଏହା ଚାରିପଟେ ବିଭିନ୍ନ କକ୍ଷରେ ଘୁରୁଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ । ବିଭିନ୍ନ ପରମାଣୁର ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଦାୟୀ ଏବଂ ଫଳରେ ଏହା ହେଉଛି ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନର ମୂଳ ଆଧାର । ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ରହିଛି ଏବଂ ଏହାକୁ ଆହରଣ କରିବାର ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟ ବାହାର କରାଗଲାଣି । ଏହା ହେଉଛି ଆଣବିକ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ । ଏହିପରି ଉଭୟ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ ଓ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ପରମାଣୁ ପଢାଯାଇଥାଏ ।

ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ର ପୁସ୍ତକରେ ଛୋଟ ପିଲାମାନେ ବୁଝିପାରିବା ଭଳି ପରମାଣୁର ବିଭିନ୍ନ ତଥ୍ୟକୁ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଥିପାଇଁ ଏହାକୁ ଚିତ୍ରବହୁଳ କରାଯିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଏଥିରେ କୌଣସି ଜଟିଳ ସୂତ୍ର ଆଦିକୁ ଦିଆଯାଇନାହିଁ । ଆଧୁନିକ କଣିକା ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ବନ୍ଧରେ କେବଳ ଟିକିଏ ସୂଚନା ଦିଆଯାଇଛି । ଆଗ୍ରହୀ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନେ ଚାହିଁଲେ ଏହି ବିଷୟରେ ବିଶଦ ଅଧ୍ୟୟନ କରିପାରିବେ ।

ବାସେଲିହତା, ନରସିଂହପୁର, କଟକ — ଇଂ. ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ

ମକର ସଂକ୍ରାନ୍ତି, ୨୦୧୪

ସୂଚୀପତ୍ର

୧	ବସ୍ତୁ ଓ ପରମାଣୁ	୫
୨	ଡ଼ାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ	୭
୩	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର	୮
୪	ନାଭିକ ଆବିଷ୍କାର	୧୦
୫	ବୋହରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍	୧୨
୬	ନିଉଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର	୧୪
୭	ପରମାଣୁର ସଂରଚନା	୧୬
୮	ସମସ୍ଥାନିକ	୨୨
୯	ପରମାଣୁର ପରିପ୍ରକାଶ	୨୫
୧୦	ପରମାଣୁର ଆକାର	୨୬
୧୧	ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ	୨୭
୧୨	ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଓ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ	୨୯
୧୩	ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ	୩୦
୧୪	ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	୩୩
୧୫	ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ	୪୧
୧୬	ପ୍ରତିବସ୍ତୁ	୪୩
୧୭	ଚତୁର୍ବିଧ ମୌଳିକ ବଳ	୪୭
୧୮	ନାଭିକର ଶକ୍ତି	୫୧
୧୯	ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା	୫୩
୨୦	ଆଣବିକ ବିଭାଜନ	୫୯
୨୧	ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	୬୨
୨୨	ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ	୬୪
୨୩	ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ	୬୬
୨୪	ପରମାଣୁ ବୋମା	୬୯
୨୫	କାର୍ବନରୁ କାଳ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ	୭୨
୨୬	ପରମାଣୁ ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ	୭୫
୨୭	ଆଧୁନିକ କଣିକା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ	୭୮

ବସ୍ତୁ ଓ ପରମାଣୁ

ଆମ ଚାରିପଟେ ଆମେ ଯେଉଁସବୁ ଜିନିଷ ଦେଖୁଛେ, ତାହା ହେଉଛି ବସ୍ତୁ (Matter) । ଉଦାହରଣଭାବେ ଆମେ ଯେକୌଣସି ଜିନିଷକୁ ନେଇପାରିବା । ଚୌକି, ଟେବୁଲ୍, ବହି, ସାଇକେଲ, କାଗଜ, କଲମ, ଜଳ, ବାୟୁ, ସମସ୍ତ ପଶୁ, ପକ୍ଷୀ ଓ ପ୍ରାଣୀ ଆଦି ହେଉଛି ବସ୍ତୁ । ବିଜ୍ଞାନ ଭାଷାରେ ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି, "ଯାହା ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରେ ଏବଂ ଯାହାର ଓଜନ ଅଛି, ତାହା ହେଉଛି ବସ୍ତୁ ।"

ବସ୍ତୁ କେଉଁଥିରୁ ତିଆରି ? ବହୁ ପ୍ରାଚୀନ କାଳରୁ ଦାର୍ଶନିକମାନେ ଏହା ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କରିଛନ୍ତି । ପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରୀସ୍‌ରେ ବିଶ୍ୱାସ କରାଯାଉଥିଲା ଯେ ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଚାରିଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏହି ଚାରିଟି ହେଉଛି ମାଟି, ଜଳ, ବାୟୁ ଓ ଅଗ୍ନି । ଆମ ଦେଶର କେତେଜଣ ଦାର୍ଶନିକ ୫ଟି ମୌଳିକ ଉପାଦାନରେ ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ବୋଲି କହୁଥିଲେ । ସେଗୁଡିକ ହେଲା କ୍ଷିତି (ଭୂମି ବା ମାଟି), ଅପ୍ (ଜଳ), ତେଜ (ଆଲୋକ), ମରୁତ (ବାୟୁ) ଏବଂ ବ୍ୟୋମ (ଆକାଶ) । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ପଞ୍ଚମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଯେ ବସ୍ତୁ କେତେଗୁଡିଏ ଅତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏବଂ ଏହା



[ଚିତ୍ର-1: ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍]

ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ ଏହାକୁ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖି ହେବନାହିଁ । ସେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶ

ସୂଚୀପତ୍ର

୧	ବସ୍ତୁ ଓ ପରମାଣୁ	୫
୨	ଡ଼ାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ	୭
୩	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର	୮
୪	ନାଭିକ ଆବିଷ୍କାର	୧୦
୫	ବୋହରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍	୧୨
୬	ନିଉଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର	୧୪
୭	ପରମାଣୁର ସଂରଚ଼ନା	୧୬
୮	ସମସ୍ଥାନିକ	୨୨
୯	ପରମାଣୁର ପରିପ୍ରକାଶ	୨୫
୧୦	ପରମାଣୁର ଆକାର	୨୬
୧୧	ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ	୨୭
୧୨	ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଓ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ	୨୯
୧୩	ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ	୩୦
୧୪	ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	୩୩
୧୫	ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ	୪୧
୧୬	ପ୍ରତିବସ୍ତୁ	୪୩
୧୭	ଚ଼ତୁର୍ବିଧ ମୌଳିକ ବଳ	୪୭
୧୮	ନାଭିକର ଶକ୍ତି	୫୧
୧୯	ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା	୫୩
୨୦	ଆଣବିକ ବିଭାଜନ	୫୯
୨୧	ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା	୬୨
୨୨	ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ	୬୪
୨୩	ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ	୬୬
୨୪	ପରମାଣୁ ବୋମା	୬୯
୨୫	କାର୍ବନରୁ କାଳ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ	୭୨
୨୬	ପରମାଣୁ ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ	୭୫
୨୭	ଆଧୁନିକ କଣିକା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ	୭୮

ବସ୍ତୁ ଓ ପରମାଣୁ

ଆମ ଚାରିପଟେ ଆମେ ଯେଉଁସବୁ ଜିନିଷ ଦେଖୁଛେ, ତାହା ହେଉଛି ବସ୍ତୁ (Matter) । ଉଦାହରଣଭାବେ ଆମେ ଯେକୌଣସି ଜିନିଷକୁ ନେଇପାରିବା । ଚୌକି, ଟେବୁଲ୍, ବହି, ସାଇକେଲ, କାଗଜ, କଲମ, ଜଳ, ବାୟୁ, ସମସ୍ତ ପଶୁ, ପକ୍ଷୀ ଓ ପ୍ରାଣୀ ଆଦି ହେଉଛି ବସ୍ତୁ । ବିଜ୍ଞାନ ଭାଷାରେ ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି, "ଯାହା ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରେ ଏବଂ ଯାହାର ଓଜନ ଅଛି, ତାହା ହେଉଛି ବସ୍ତୁ ।"

ବସ୍ତୁ କେଉଁଥିରୁ ତିଆରି ? ବହୁ ପ୍ରାଚୀନ କାଳରୁ ଦାର୍ଶନିକମାନେ ଏହା ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କରିଛନ୍ତି । ପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରୀସ୍‌ରେ ବିଶ୍ୱାସ କରାଯାଉଥିଲା ଯେ ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଚାରିଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏହି ଚାରିଟି ହେଉଛି ମାଟି, ଜଳ, ବାୟୁ ଓ ଅଗ୍ନି । ଆମ ଦେଶର କେତେଜଣ ଦାର୍ଶନିକ ୨ଟି ମୌଳିକ ଉପାଦାନରେ ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ବୋଲି କହୁଥିଲେ । ସେଗୁଡିକ ହେଲା କ୍ଷିତି (ଭୂମି ବା ମାଟି), ଅପ୍ (ଜଳ), ତେଜ (ଆଲୋକ), ମରୁତ (ବାୟୁ) ଏବଂ ବ୍ୟୋମ (ଆକାଶ) । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ପଞ୍ଚମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ଡେମୋକ୍ରିଟସ୍ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଯେ ବସ୍ତୁ କେତେଗୁଡିଏ ଅତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ଗଠିତ ଏବଂ ଏହା ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ ଏହାକୁ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖି ହେବନାହିଁ । ସେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶ



[ଚିତ୍ର-1: ଡେମୋକ୍ରିଟସ୍]

କଲେ ଯେ ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ର ବସ୍ତୁଗୁଡିକୁ ଆଉ ଛୋଟ ଖଣ୍ଡରେ ଭାଙ୍ଗି ହେବନାହିଁ । ସେ ଏହାର ନାମ ଆଟମ୍ (atom) ଦେଲେ । ଗ୍ରୀକ୍ ଶବ୍ଦ ଆଟମସ୍ (atomus) ରୁ ଏହା ନିଆଯାଇଛି । ଆଟମସ୍‌ର ଅର୍ଥ ହେଉଛି 'ଅବିଭାଜ୍ୟ', ଅର୍ଥାତ୍ ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍‌ଙ୍କ ମତରେ ଆଟମ୍ ହେଉଛି ବସ୍ତୁର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ ଅବିଭାଜ୍ୟ କଣିକା । ପରମାଣୁ ଇତିହାସରେ ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍‌ଙ୍କୁ 'ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱର ଜନକ' କୁହାଯାଏ ।

ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରାୟ ଶହେ ବର୍ଷ ପୂର୍ବରୁ ଖ୍ରୀ.ପୂ ଷଷ୍ଠ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଆମ ଦେଶର କଣାଦ ମୁନି ମଧ୍ୟ ଏହା ଉପରେ ଆଲୋଚନା କରି ସେହି ଏକାପ୍ରକାର ମତ ଦେଇଥିଲେ । ତାଙ୍କ ରଚିତ 'ବୈଶେଷିକ ସୂତ୍ର' ପୁସ୍ତକରେ ସେ ଏହି ଅବିଭାଜ୍ୟ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାର ନାମ 'ପରମାଣୁ' ଦେଇଛନ୍ତି । ପରମାଣୁଗୁଡିକର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ସଂଯୋଗରୁ କିପରି ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି, ସେ ତାହା ବୁଝାଇଛନ୍ତି । ସେ ଲେଖିଛନ୍ତି ଯେ, "ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁକୁ ଭାଗ ଭାଗ କରି ଗଲେ ଶେଷରେ ଯେଉଁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ଅଂଶ ରହିଯିବ, ତାହା ହେଉଛି ପରମାଣୁ । ଏହା ହେଉଛି ଚିରନ୍ତନ ଓ ଅବିନଶ୍ୱର । ଏହା ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିପାରିବ ନାହିଁ କିମ୍ବା ଏହାକୁ କେହି ଦେଖିପାରିବେ ନାହିଁ ।" ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତର ଆଜୀଭିକ, ଜୈନ ଓ ଚରକ ସ୍କୁଲଗୁଡିକ ମଧ୍ୟ ପରମାଣୁ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆଲୋଚନା କରିଛନ୍ତି ।

ଅନେକ ବର୍ଷ ଧରି ଲୋକମାନେ ପ୍ରଥମ ଅବଧାରଣା; ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ମାଟି, ଜଳ, ବାୟୁ ଓ ଅଗ୍ନିରୁ ସୃଷ୍ଟି ବୋଲି ବିଶ୍ୱାସ କରୁଥିଲେ । ମାତ୍ର ଆଟମ୍ ବା ପରମାଣୁର ଅବଧାରଣା ହେଉଛି ଆମର ବର୍ତ୍ତମାନ ବସ୍ତୁର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଅବଧାରଣା । ଯଦିଓ ଭାରତୀୟ ଓ ଗ୍ରୀକ୍‌ମାନଙ୍କର ଧାରଣା ଶୁଦ୍ଧ ଦର୍ଶନ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବସିତ ଥିଲା, ଆଧୁନିକ ବିଜ୍ଞାନ ଡ଼େମୋକ୍ରିଟସ୍‌ଙ୍କର ଆଟମ୍ ଶବ୍ଦକୁ ରଖିଛି । ସେହିପରି ଆମେ ଭାରତୀୟମାନେ ଏହାକୁ କଣାଦଙ୍କ ବ୍ୟବହୃତ ଶବ୍ଦ 'ପରମାଣୁ' ନାମରେ କହୁଛୁ । ପରମାଣୁ ହେଉଛି ବସ୍ତୁର ଗୋଟିଏ ମୌଳିକ ଏକକ ।

ଡ଼ାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ

ଇଂରେଜୀ ସ୍କୁଲ ଶିକ୍ଷକ ତଥା ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜନ୍ ଡ଼ାଲଟନ୍ ୧୮୦୪ ମସିହାରେ ଆଧୁନିକ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ବସ୍ତୁ ଅନେକଗୁଡିଏ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର, ଅବିଭାଜ୍ୟ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ସେ ମଧ୍ୟ ଏହି କଣିକାର ନାମ ଆଟମ୍ ଦେଲେ ।



[ଚିତ୍ର-2: ଜନ୍ ଡ଼ାଲ୍‌ଟନ୍]

ସେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଦର୍ଶାଇଲେ ଯେ ପରମାଣୁଗୁଡିକୁ ଆଉ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ଖଣ୍ଡରେ ଭାଗ କରିହେବ ନାହିଁ କିମ୍ବା ସେଗୁଡିକୁ ନଷ୍ଟ କରି ହେବନାହିଁ । ବସ୍ତୁଗୁଡିକ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ଗୋଲାକାର ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥିବାର ଚିତ୍ର ସେ ପ୍ରଦାନ କଲେ । ଡ଼ାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ଏହି ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ ବିଜ୍ଞାନରେ ଗ୍ରହଣୀୟ ହେଲା ମାତ୍ର ଅଧିକ ଗବେଷଣାରୁ ପରେ ଜଣାପଡିଲା ଯେ ପରମାଣୁଗୁଡିକ ମଧ୍ୟ ଆହୁରି ଛୋଟ ଛୋଟ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଛି ।

ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର

ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଆଡକୁ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଓ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଓ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରୁଥିଲେ । ସେମାନେ କାଚ୍‌ନଳୀରୁ ବାୟୁ ବାହାର କରି ତାହା ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କରେଣ୍ଟ୍‌କୁ ଗତି କରାଇ ଏହାର ପ୍ରକୃତିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଥିଲେ । କରେଣ୍ଟ୍ କାଚ୍‌ନଳୀର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ ବା ବିଦ୍ୟୁଦଗ୍ର (କ୍ୟାଥୋଡ୍)ରୁ ଅନ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁଦଗ୍ର (ଆନୋଡ୍) ଆଡକୁ ଗୋଟିଏ ରଶ୍ମି ଆକାରରେ ଯାଉଥିଲା । ଏହି ରଶ୍ମି କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମି ଏବଂ କାଚନଳୀ 'କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମି ନଳୀ' ନାମରେ ଜଣା ।



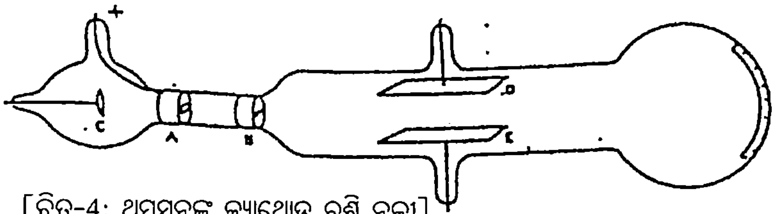
[ଚିତ୍ର-3: ଜେ.ଜେ.ଥମସନ୍]

ଇଂରେଜୀ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଜେ.ଜେ. ଥମସନ୍ 1897 ମସିହାରେ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମିନଳୀରେ କେତେଗୁଡିଏ ପରୀକ୍ଷା କରି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ସେ ଯେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲେ, ତାହା ହେଉଛି:-

1. କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମି କେତେଗୁଡିଏ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ସେ ଏହି କଣିକାର ନାମ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦେଲେ ।
2. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଧାତବ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ପରମାଣୁ ଭିତରୁ ଆସିଛି ।
3. ଯେକୌଣସି ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ ସମାନ

ହେଉଥିବାରୁ, ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ମୌଳିକ ଅଂଶ ।

4. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ ବହୁତ ବେଶି ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ଆକାର ବହୁତ ଛୋଟ ।



[ଚିତ୍ର-4: ଥମସନ୍‌ଙ୍କ କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମି ନଳୀ]

ପରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ରବର୍ଟ ମିଲିକାନ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜକୁ ମାପି ପାରିଲେ । ଏହି ଦୁଇ ସଂଖ୍ୟାରୁ (ଚାର୍ଜ ଏବଂ ଚାର୍ଜ-ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ) ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜଣାପଡିଲା । ଏହା ହେଉଛି ୨.10 × 10^{-28} ଗ୍ରାମ୍ ।

ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାରରୁ ଅନ୍ୟ ଦୁଇଟି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ମଧ୍ୟ ମିଳିଲା । ସେହି ଦୁଇଟି ହେଉଛି,

1. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ କଣିକା ଏବଂ ପରମାଣୁ ହେଉଛି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ନିରପେକ୍ଷ (ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର କୌଣସି ଚାର୍ଜ ନାହିଁ) । ଏଣୁ ପରମାଣୁ ଭିତରେ କେଉଁଠାରେ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଅଛି ।
2. ପରମାଣୁଠାରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ବହୁତ ଛୋଟ ଓ ହାଲୁକା । ଏଣୁ ପରମାଣୁ ଭିତରେ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କଣିକା ଅଛି ।

ପୂର୍ବାନୁମାନ କରାଯାଇଥିବା ଏହି ଦୁଇଟି ତଥ୍ୟକୁ ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ପାଇଲେ ।

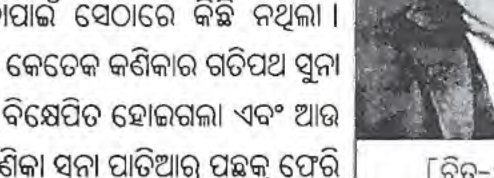
ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର ଏବଂ ଗ୍ୟାସ୍ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଉପରେ ଉଲ୍ଲେଖନୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ଥମସନ୍‌ଙ୍କୁ 1906 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ନାଭିକ ଆବିଷ୍କାର

1911 ମସିହା ବେଳକୁ ନିଉଜିଲାଣ୍ଡରେ ଜନ୍ମିତ ଏବଂ ଇଂଲଣ୍ଡରେ କାର୍ଯ୍ୟରତ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ଆର୍ନେଷ୍ଟ୍ ରୁଥରଫୋର୍ଡ଼ ତୀବ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଆଲ୍ଫା କଣିକା ସ୍ରୋତକୁ ଗୋଟିଏ ଅତି ପତଳା ସୁନା ପାତିଆ ଆଡକୁ ପଠାଇଲେ । ଏହାର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ସେ ଚକିତ ହୋଇଗଲେ । ଅଧିକାଂଶ କ୍ଷୁଦ୍ର ଆଲ୍ଫା କଣିକା ସୁନା ପାତିଆ ଦେଇ ସିଧା ଚାଲିଗଲା, ସତେ ଯେପରି ଏହାକୁ ବାଧା ଦେବାପାଇଁ ସେଠାରେ କିଛି ନଥିଲା । କେବଳ ଅଳ୍ପ କେତେକ କଣିକାର ଗତିପଥ ସୁନା ପାତିଆଠାରୁ ବିକ୍ଷେପିତ ହୋଇଗଲା ଏବଂ ଆଉ କେତେକ କଣିକା ସୁନା ପାତିଆରୁ ପଛକୁ ଫେରି ଆସିଲା ।



[ଚିତ୍ର-୫:ଆର୍ନେଷ୍ଟ୍ ରୁଥରଫୋର୍ଡ଼]



[ଚିତ୍ର-୬:ରୁଥରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ସୁନା ପାତିଆ ପରୀକ୍ଷା]

ଏଥିରୁ ରୁଥରଫୋର୍ଡ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ଯେ,

1. ଅଧିକାଂଶ କଣିକା ବିନା ବାଧାରେ ଚାଲି ଯିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ସୁନା ପାତିଆରେ ଥିବା ପରମାଣୁଗୁଡିକ କଠିନ ବସ୍ତୁ ନ ହୋଇ ମୁଖ୍ୟତଃ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଛି ।
2. ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଏବଂ ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବସ୍ତୁ ଅଛି ଯାହା ସହିତ ଅଳ୍ପ କେତେକ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାର ସଂଘର୍ଷ ହୋଇ ତାହା ପଥଚ୍ୟୁତ ହୋଇଛି ।

ରୁଥରଫୋର୍ଡ ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ଏହି ଭାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ନାମ ନାଭିକ (nucleus) ଦେଲେ ଏବଂ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଯେ ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଏଥିରେ ଅଛି । ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଏକ ବିସ୍ତୃତ ଅଞ୍ଚଳ ଦଖଲ କରି ରହିଛନ୍ତି ।

ବୋହର୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍

ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ କିପରି ଦେଖାଯାଏ ? ବାସ୍ତବରେ ଏହା କେହି ଜାଣି ନାହାନ୍ତି । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରମାଣୁର ଆଚରଣକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରି ଏହା କିପରି ଦେଖାଯାଏ, ତାହା ଅନୁମାନ କରିଥାଆନ୍ତି । ଏହି ଅନୁମାନରୁ ସେମାନେ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍ ତିଆରି କରିଛନ୍ତି । ଅନେକ ପ୍ରକାର ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍ ଅଛି । କୌଣସି ମଡ଼େଲ୍ ପ୍ରକୃତ ପରମାଣୁ ଭଳି ଦେଖାଯାଇ ନପାରେ । ମାତ୍ର ଏହା ପରମାଣୁର ଆଚରଣ ବୁଝିବା ପାଇଁ କୌଣସି ନା କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ସବୁଠାରୁ ଉଲ୍ଲେଖନୀୟ ହେଉଛି ବୋହର୍ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍ ।

ନିଲ୍‌ସ ବୋହର୍ 1913 ମସିହାରେ ପ୍ରଥମେ ତାଙ୍କର ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ୍ ତିଆରି କରିଥିଲେ । ସେତେବେଳକୁ କେବଳ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଥିଲା । ତାଙ୍କ ମଡେଲ୍‌ର ସାରମର୍ମ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।



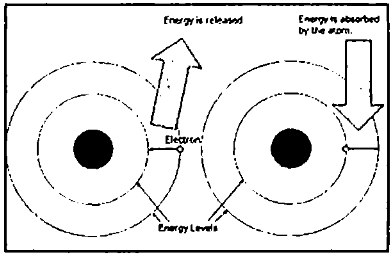
[ଚିତ୍ର-7:ନିଲ୍‌ସ ବୋହର୍]

1. ପ୍ରତି ପରମାଣୁରେ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ତଥା ଓଜନଦାର ଏକ ନାଭିକ ଅଛି । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ କେତୋଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷରେ ଏହା ଚାରିପାଖେ ଘୂରୁଥାଆନ୍ତି ।

2. ଏହି ପ୍ରତ୍ୟେକ କକ୍ଷ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ସହ ସଂପୃକ୍ତ । ଏଣୁ ଏହାକୁ ଶକ୍ତିସ୍ତର (energy level) ବା ସେଲ୍ (shell) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ଶକ୍ତିସ୍ତର ନାଭିକଠାରୁ ଯେତେ ଦୂରରେ ଅବସ୍ଥିତ, ତା'ର ଶକ୍ତି ସେତେ ବେଶି । ଏଗୁଡିକୁ ଇଂରାଜୀ ଅକ୍ଷର K, L, M, N, O କିମ୍ବା 1, 2, 3, 4, 5 ଭଳି

ସଂଖ୍ୟାରେ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ ।

3. ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରୁଥିବା ଯାଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ କୌଣସି ଶକ୍ତି ବିକିରଣ (radiation) କରନ୍ତି ନାହିଁ କିମ୍ବା ଅବଶୋଷଣ (absorption) କରନ୍ତି ନାହିଁ ।



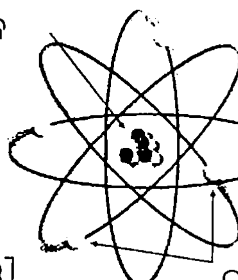
[ଚିତ୍ର-୪:ଶକ୍ତି ସ୍ତର]

4. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରି ନିମ୍ନ କକ୍ଷରୁ ଉଚ୍ଚ କକ୍ଷକୁ ଏବଂ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରି ଉଚ୍ଚ କକ୍ଷରୁ ନିମ୍ନ କକ୍ଷକୁ ଲମ୍ଫ ପ୍ରଦାନ କରିଥାଆନ୍ତି ।

5. ପ୍ରତ୍ୟେକ ସେଲ୍‌ରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଖ୍ୟକ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିପାରିବ । ଏହି ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେଲେ ତା'ପର ସେଲ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିବ ।

ପରମାଣୁ ସଂରଚନାରେ ଉଲ୍ଲେଖନୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିବାରୁ ନିଲ୍‌ସ ବୋହର୍‌ଙ୍କୁ 1922 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ବୋହର୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଏହି ମଡ଼େଲ୍‌କୁ ସୌରଜଗତ ସହିତ



[ଚିତ୍ର-୨:ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ]

ତୁଳନା କରାଯାଏ । ସୌରଜଗତର ଗ୍ରହଗୁଡିକ ଯେପରି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ନିଜ ନିଜ କକ୍ଷରେ ଘୂରୁଛନ୍ତି, ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ସେହିପରି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଘୂରୁଛନ୍ତି । ଏହି ମଡ଼େଲ୍‌ଟି ହେଉଛି ଅତି ସରଳ । ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ ପରମାଣୁ ଗଠନ ବିଷୟରେ ସହଜରେ ଜାଣିହୁଏ । ତେଣୁ ଆମେ ମଧ୍ୟ ଏହାକୁ ପଢୁଛେ ।

ନିଉଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର

ପ୍ରଥମେ ବିଶ୍ୱାସ କରାଯାଉଥିଲା ଯେ ନାଭିକରେ କେବଳ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି। ପ୍ରୋଟୋନ୍ ହେଉଛି ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ଋଣାତ୍ମକ, ମାତ୍ର ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଚାର୍ଜ ପରିମାଣ ସମାନ । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ପରିମାଣ ସମାନ ଥିବାରୁ ସାମଗ୍ରିକଭାବେ ପରମାଣୁ ହେଉଛି ଚାର୍ଜ ନିରପେକ୍ଷ ।

ପରମାଣୁରେ ଏକ ତୃତୀୟ ପ୍ରକାର କଣିକା ଥିବା କଥା ବୋହର୍‌ଙ୍କୁ ଜଣା ନ ଥିଲା । ତାହା ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇ ନଥିଲା । ଏହାକୁ ଇଂରେଜୀ ପଦାର୍ଥ



ବିଜ୍ଞାନୀ ଜେମ୍‌ସ ଚାଡ୍‌ଉଇକ୍ 1932 ମସିହାରେ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ସେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜାଣି ପାରିଲେ ଯେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସେଥିରେ ଥିବା ମୋଟ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱଠାରୁ ଅଧିକ ହେଉଛି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ହିଲିୟମ୍‌ରେ 2ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି । ଏଣୁ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବା ଓଜନ ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସହିତ ସମାନ ହେବା କଥା (ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଓଜନ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓଜନ ତୁଳନାରେ ନଗଣ୍ୟ) । କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତରେ ତାହା 4ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓଜନ ସହିତ ସମାନ । ଏହାର କାରଣ ଅନୁସନ୍ଧାନ କରୁ କରୁ ପରମାଣୁଗୁଡିକର ନାଭିକରେ ଏକ ତୃତୀୟ କଣିକାର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଲା । ଯେହେତୁ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଚାର୍ଜର ପରିମାଣ ସମାନ ଓ ବିପରୀତଧର୍ମୀ, ତେଣୁ ଏହି ତୃତୀୟ କଣିକାର ନିଶ୍ଚିତଭାବେ କୌଣସି ଚାର୍ଜ ନାହିଁ ।

ଚାଡୱଇକ୍ ଏହି କଣିକାର ନାମ ନିଉଟ୍ରନ୍ (ନିଉଟ୍ରାଲ୍‌ରୁ) ଦେଲେ । ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ପ୍ରାୟ ସମାନ । ନାଭିକ ଭିତରେ ଖୁବ୍ କମ୍ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ଧନାତ୍ମକ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ଗୁଡିକୁ ଏହା ଏକାଠି ବାନ୍ଧି ରଖେ ବୋଲି ମତ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ନଚେତ୍ ସେଗୁଡିକ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରି ଅଲଗା ହୋଇଯାଉଥାଆନ୍ତେ ।

ଚାଡ୍‌ୱଇକ୍ ଜର୍ମାନୀ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ମୌରିସ୍ ଗୋଲ୍‌ଡାବର୍‌ଙ୍କ ସହ ମିଶି ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କରିଥିଲେ । ନିଉଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ଚାଡ୍‌ୱଇକ୍‌ଙ୍କୁ 1932 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ପରମାଣୁର ସଂରଚନା

(Structure of Atom)

ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ ପରମାଣୁ ତିନୋଟି ଉପପରମାଣବିକ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ ନାଭିକ ଅଛି । ନାଭିକରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏହି ଦୁଇ କଣିକାକୁ ମିଳିତଭାବେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ୍ (nucleon) କୁହାଯାଏ । ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ବିଭିନ୍ନ କକ୍ଷରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଘୂରୁଛନ୍ତି । ପ୍ରୋଟୋନ୍ ହେଉଛି ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ କଣିକା ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ କଣିକା । ଉଭୟର ଚାର୍ଜ ସମାନ; ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ଧନାତ୍ମକ ହୋଇଥିବାବେଳେ ଅନ୍ୟଟି ହେଉଛି ଋଣାତ୍ମକ । ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର କୌଣସି ଚାର୍ଜ ନାହିଁ । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଥିବାରୁ ପରମାଣୁଟି ମୋଟ ଉପରେ ଚାର୍ଜ ନିରପେକ୍ଷ ହୋଇଥାଏ ।

ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ନାଭିକ ଭିତରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ଅତି ଅଳ୍ପ ଜାଗାରେ ରହିଥାଆନ୍ତି । ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ଏହାର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା (atomic number) । ନାଭିକରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ମୋଟ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା (mass number) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଦୁଇଟି ସଂଖ୍ୟା ଜାଣିଗଲେ ନିମ୍ନ ସମୀକରଣରୁ ସହଜରେ ନାଭିକରେ ଥିବା ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଜାଣିହେବ ।

ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା = ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା – ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଉଦ୍‌ଜାନ ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି । ଏଣୁ ଏହାର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 1 । ସେହିପରି ଅମ୍ଳଜାନର ୫ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି ଏବଂ ଫଳରେ ଏହାର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ୫ ।

ଅମ୍ଳଜାନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 16 । ଫଳରେ ଏହାର ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା

= 16 - 8 = 8 ।

ପରମାଣୁର ଅଧିକାଂଶ ଅଂଶ ହେଉଛି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ । ରୁଥରଫୋର୍ଡଙ୍କ ସୁନା ପାତିଆ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଏହା ଜଣାପଡିଛି । ନାଭିକ ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏକ ଛୋଟ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଛି ଏବଂ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଏହା ଘେରିପଟେ ବିଭିନ୍ନ ସେଲ୍ ବା ଶକ୍ତିସ୍ତରରେ ବାଣ୍ଟି ହୋଇରହିଛି । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ହାଲୁକା ହେଲେ ସୁଦ୍ଧା ଏହାର ଅନେକ ଶକ୍ତି ଅଛି ଏବଂ ଏହା ତୀବ୍ର ବେଗରେ ଘୂରିଥାଏ ।

ପରୀକ୍ଷାରୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଜାଣି ପାରିଛନ୍ତି ଯେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସେଲ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟାର ଏକ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସଂଖ୍ୟା ଅଛି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ନାଭିକଠାରୁ ନିକଟତମ ପ୍ରଥମ K-ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ 2ଟି, ତା'ପର L-ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ 8ଟି, ତୃତୀୟ ଶକ୍ତିସ୍ତର ବା M-ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ 18ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିପାରିବ । ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବିନ୍ୟାସ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ସରଳ ସୂତ୍ର ଅଛି । ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ ($2 \times n^2$) ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିପାରିବ । ଏଠାରେ n ହେଉଛି ସେଲ୍ ସଂଖ୍ୟା; ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରଥମ K-ସେଲ୍ ପାଇଁ ଏହା ହେଉଛି 1, ଦ୍ୱିତୀୟ L-ସେଲ୍ ପାଇଁ ଏହା ହେଉଛି 2, ଇତ୍ୟାଦି ।

ସେହି ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ ବିଭିନ୍ନ ସେଲ୍‌ର ସର୍ବାଧିକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

K - ସେଲ୍ $= 2 \times 1^2 = 2$ (n=1)

L - ସେଲ୍ $= 2 \times 2^2 = 8$ (n=2)

M - ସେଲ୍ $= 2 \times 3^2 = 18$ (n=3)

N - ସେଲ୍ $= 2 \times 4^2 = 32$ (n=4)

O - ସେଲ୍ $= 2 \times 5^2 = 50$ (n=5)

ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ରେ ଏହାର ସର୍ବାଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିଥାଏ, ଏହାକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସେଲ୍ କୁହାଯାଏ । ଉଲ୍ଲେଖଯୋଗ୍ୟ ଯେ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଅଧିକାଂଶ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଭାଗ ନେଇଥାଏ । ଆମେ ପରେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜାଣିବା ।

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପରମାଣୁ

ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା 118ଟି ପରମାଣୁ ଆବିଷ୍କାର କରାଯାଇଛି । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରୁ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଏଥିରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌କୁ ଜଣାଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାର ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ନାମ ଅଛି । ସୁବିଧା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁକୁ ଗୋଟିଏ ଚିହ୍ନ (symbol) ଦେଇଛନ୍ତି । ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ପରମାଣୁ ହେଉଛି ଉଦଜାନ ଯାହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି ଏବଂ ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ପରମାଣୁ ହେଉଛି 118 ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଥିବା ଉନୁନୋକ୍‌ଟିୟମ୍ (ununoctium) । ସାରଣୀ-1 ରେ କେତେଗୁଡିଏ ପରମାଣୁର ନାମ, ସେମାନଙ୍କର ଚିହ୍ନ, ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା, ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା, ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ।

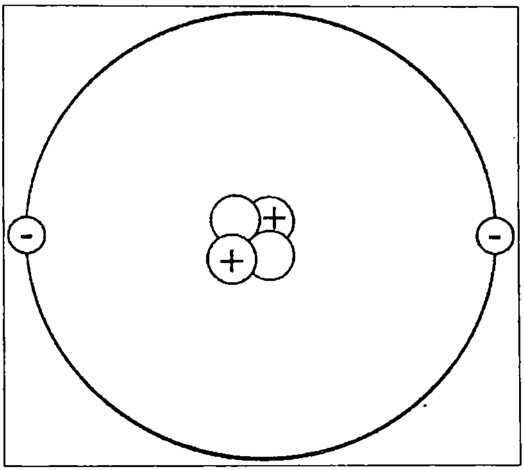
ସାରଣୀ-1: କେତୋଟି ପରମାଣୁର ତଥ୍ୟ

ମୌଳିକ ନାମ	ଚିହ୍ନ	ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା	ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା	ପ୍ରୋଟୋନ୍+ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା (ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ)
ଉଦଜାନ	H	1	0	1	1
ହିଲିୟମ୍	He	2	2	2	4
ଲିଥିୟମ୍	Li	3	4	3	7
ବେରିଲିୟମ୍	Be	4	5	4	9
ବୋରନ୍	B	5	6	5	11
କାର୍ବନ୍	C	6	6	6	12
ଅମ୍ଳଜାନ	O	8	8	8	16
ସୋଡିୟମ୍	Na	11	12	11	23
କ୍ଲୋରିନ୍	Cl	17	18	17	35
ଲୁହା	Fe	26	30	26	56
ଟିଣ	Ti	50	69	50	119
ଆଇଯୋଡ଼ିନ୍	I	53	74	53	127
ସୁନା	Au	79	118	79	197
ସୀସା	Pb	82	125	82	207
ଥୋରିୟମ୍	Th	90	142	90	232
ୟୁରାନିୟମ୍	U	92	146	92	238
ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍	Pu	94	150	94	244
ଡ଼ର୍ମଷ୍ଟାଟିୟମ୍	Ds	110	160	110	270

କେତୋଟି ପରମାଣୁର ସେଲ୍‌-ବିନ୍ୟାସ

ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସାରଣୀକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଜଣାଯିବ ଯେ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ ଓ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ ଅଛି । ଏହା ହେଉଛି ଏକମାତ୍ର ପରମାଣୁ ଯାହାର ନିଉଟ୍ରନ୍‌ ନାହିଁ । ଏହା ହେଉଛି ପ୍ରକୃତିର ସରଳତମ ସୃଷ୍ଟି । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ ହେଉଛି ଏହାର ନାଭିକ । ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଏକମାତ୍ର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ ଘୂରୁଛି ।

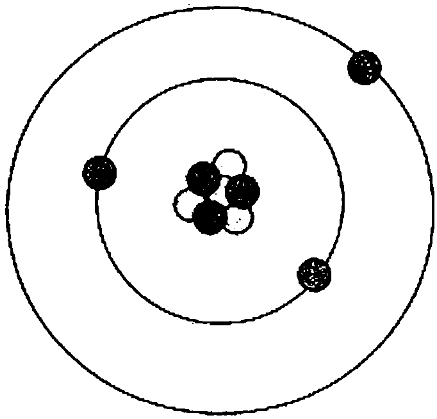
ହିଲିୟମ୍‌ ପରମାଣୁର ଚିତ୍ରକୁ ଦେଖ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌, ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ ଓ ଦୁଇଟି ନିଉଟ୍ରନ୍‌ ଅଛି । ଦୁଇଟିଯାକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ ନାଭିକଠାରୁ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଏହା ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଛି । ଏହି ଦୁଇଟି ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ରେ ଅବସ୍ଥିତ ।



[ଚିତ୍ର-11: ହିଲିୟମ୍‌ ପରମାଣୁ]

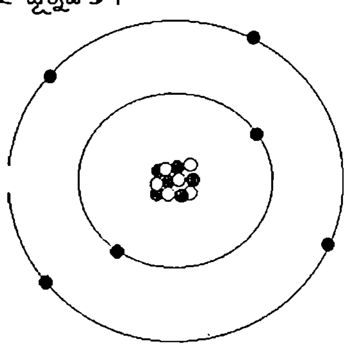
ଲିଥିୟମ୍‌ ପରମାଣୁର 3ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌, 3ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ ଓ 4ଟି ନିଉଟ୍ରନ୍‌ ଅଛି । ହିଲିୟମ୍‌ ଅପେକ୍ଷା ଏହାର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌-ବିନ୍ୟାସ ଟିକିଏ ଅଲଗା । ହିଲିୟମ୍‌ ପରି ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ ପ୍ରଥମ ସେଲ୍‌ରେ ଘୂରୁଛନ୍ତି; ମାତ୍ର ତୃତୀୟ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଟି ନାଭିକଠାରୁ ଟିକିଏ ଦୂରରେ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ସେଲ୍‌ରେ ଘୂରୁଛି । ପୁନଶ୍ଚ ଏହାର

ନାଭିକରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ନୁହେଁ । ଏଥିରେ 3ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ 4ଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଅଛି ।



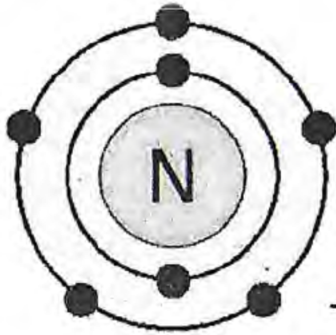
[ଚିତ୍ର-12: ଲିଥିୟମ୍ ପରମାଣୁ]

ନିମ୍ନରେ କାର୍ବନ୍ ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁର ପରମାଣୁ ସଂରଚନା ଦର୍ଶାଯାଇଛି । କାର୍ବନ୍‌ରେ 6ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍, 6ଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ 6ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରୁ 2ଟି ପ୍ରଥମ ସେଲ୍‌ରେ ଓ 4ଟି ଦ୍ୱିତୀୟ ସେଲ୍‌ରେ ଅବସ୍ଥିତ ଅଛନ୍ତି । ସେହିପରି ଯବକ୍ଷାରଜାନର 7ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍, 7ଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ 7ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି ଏବଂ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ନାଭିକ ଚାରିପଟରେ ଦୁଇଟି ସେଲ୍‌ରେ ରହି ଘୂରୁଛନ୍ତି ।



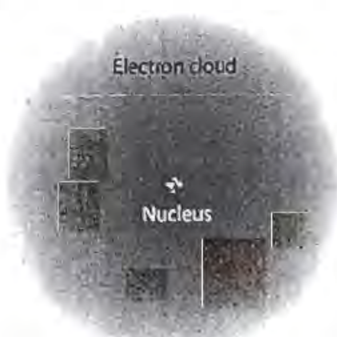
[ଚିତ୍ର-13: କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ]

ଏହିପରି ଭାବେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ଅଲଗା ଅଲଗା ସଂଖ୍ୟକ ପ୍ରୋଟୋନ୍, ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି ଏବଂ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ବିଭିନ୍ନ କକ୍ଷରେ ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଛନ୍ତି ।



[ଚିତ୍ର-14: ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁ]

ବର୍ତ୍ତମାନ ପରମାଣୁର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ଆହୁରି ଅନେକ କଥା ଜଣାପଡିଲାଣି । ସେସବୁ ବିଚାରକୁ ନେଲେ ଏହା ଖୁବ୍ ଜଟିଳ ମନେ ହେବ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ବୋହର୍‌ଙ୍କ ମଡ଼େଲ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ କଣିକା ବୋଲି ଧରାଯାଉଥିଲା । ଏହା ତରଙ୍ଗ ଆକାରରେ ରହିପାରେ ବୋଲି ବର୍ତ୍ତମାନ କୁହାଯାଉଛି । ଏଣୁ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଚାରିପାଖେ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଭଳି ନ ଘୂରି ନାଭିକ ଚାରିପାଖରେ ତାହା ବାଦଲ ଭଳି ଘେରି ରହିଥିବାର ମନେ କରାଯାଉଛି । ଏହାକୁ ଇଲେକଟ୍ରନ୍ ବାଦଲ (electron cloud) କୁହାଯାଉଛି । କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ଅବଲମ୍ବନରେ ଏହି ନୂତନ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକାଶ ପାଇଛି ।



[ଚିତ୍ର-15: ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବାଦଲ]

ସମସ୍ଥାନିକ (Isotope)

କେତେକ ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଥାଏ, ମାତ୍ର ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଅଲଗା ଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ ଥିବାରୁ ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ । ଏହି ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ସମସ୍ଥାନିକ ବା ଆଇସୋଟୋପ୍ କୁହାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ କୌଣସି ପରମାଣୁର ସମସ୍ଥାନିକଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ସମାନ; ମାତ୍ର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ଅଲଗା ।

ଉଦାହରଣଭାବେ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁକୁ ଦେଖିବା । ପ୍ରକୃତିରେ ତିନି ପ୍ରକାର ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ଦେଖାଯାଏ । ତହିଁରୁ ମୁଖ୍ୟଟି ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ରେ ଗଢ଼ା । ଉଦଜାନ କହିଲେ ଆମେ ସାଧାରଣତଃ ଏହାକୁ ହିଁ ବୁଝିଥାଉ । ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ରେ ଗଢ଼ା ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାକୁ 'ପ୍ରୋଟିୟମ୍' (protium) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ଉଦଜାନ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଓ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସହିତ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଥାଏ । ଏଣୁ ଏହାର ଓଜନ ସାଧାରଣ ଉଦଜାନର ପ୍ରାୟ ଦୁଇ ଗୁଣ । ସେଥିପାଇଁ ଏହାକୁ ଭାରି-ଉଦଜାନ ବା ଡ଼ିଉଟେରିୟମ୍ (deuterium) କୁହାଯାଏ । ସେହିପରି ତୃତୀୟ ପ୍ରକାର ଉଦଜାନରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍, ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଦୁଇଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଥିବାରୁ ଏହା ସାଧାରଣ ଉଦଜାନଠାରୁ ୩ଗୁଣ ଭାରି । ଅତଏବ ଏହା ହେଲା ଅତିଭାରି ଉଦଜାନ ବା ଟ୍ରିଟିୟମ୍ (tritium) । ବିଜ୍ଞାନ ପରିଭାଷାରେ ଏ ତିନିଙ୍କୁ ସମସ୍ଥାନିକ ବା ଆଇସୋଟୋପସ୍ (isotopes) କୁହାଯାଏ । ସେହିପରି କ୍ଲୋରିନ୍, ଅମ୍ଳଜାନ, କାର୍ବନ୍, ୟୁରାନିୟମ୍ ଇତ୍ୟାଦିର ମଧ୍ୟ ଏକାଧିକ ସମସ୍ଥାନିକ ରହିଛି । ପାରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଗୋଟିଏ ହୋଇଥିବାରୁ ଏମାନଙ୍କୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଏ । ସେଥିପାଇଁ ସେମାନଙ୍କୁ ସମସ୍ଥାନିକ କୁହାଯାଏ । ସାରଣୀ-2 ରେ କେତେକ ପରମାଣୁର ସମସ୍ଥାନିକଙ୍କୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ-2: କେତେକ ପରମାଣୁର ସମସ୍ଥାନିକ

କ୍ର. ସଂ.	ମୌଳିକର ନାମ	ସମସ୍ଥାନିକମାନଙ୍କ ନାମ	ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା	ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା
1.	ଉଦଜାନ	କ) ଉଦଜାନ ବା ପ୍ରୋଟିୟମ୍	1	0
		ଖ) ଭାରି ଉଦଜାନ ବା (ଡ଼ିଉଟେରିୟମ୍)	1	1
		ଗ) ଅତିଭାରିଉଦଜାନ ବା (ଟ୍ରିଟିୟମ୍)	1	2
2.	ହିଲିୟମ୍	କ) ହିଲିୟମ୍-4	2	2
		ଖ) ହିଲିୟମ୍-3	2	1
3.	କାର୍ବନ୍	କ) କାର୍ବନ୍-12	6	6
		ଖ) କାର୍ବନ୍-13	6	7
4.	ଅମ୍ଳଜାନ	କ) ଅମ୍ଳଜାନ-16	8	8
		ଖ) ଅମ୍ଳଜାନ-18	8	10
		ଗ) ଅମ୍ଳଜାନ-17	8	9
5.	ଗନ୍ଧକ	କ) ଗନ୍ଧକ-32	16	16
		ଖ) ଗନ୍ଧକ-34	16	18
		ଗ) ଗନ୍ଧକ-33	16	17
6.	କ୍ଲୋରିନ୍	କ) କ୍ଲୋରିନ୍-35	17	18
		ଖ) କ୍ଲୋରିନ୍-37	17	20
7.	କ୍ରୋମିୟମ୍	କ) କ୍ରୋମିୟମ୍-52	24	28
		ଖ) କ୍ରୋମିୟମ୍-53	24	29
		ଗ) କ୍ରୋମିୟମ୍-50	24	26
		ଘ) କ୍ରୋମିୟମ୍-54	24	30
8.	ଲୌହ	କ) ଲୌହ-56	26	30
		ଖ) ଲୌହ-54	26	28
		ଗ) ଲୌହ-57	26	31
		ଘ) ଲୌହ-58	26	32
9.	ୟୁରାନିୟମ୍	କ) ୟୁରାନିୟମ୍-238	92	146
		ଖ) ୟୁରାନିୟମ୍-235	92	143

(ବି.ଦ୍ର.: ପ୍ରକୃତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ମିଳୁଥିବା ପରିମାଣ ଅନୁସାରେ ସମସ୍ଥାନିକମାନଙ୍କୁ ସଜାଯାଇଛି)

ଏହା ବ୍ୟତୀତ ଆହୁରି ଅନେକ ସମସ୍ଥାନିକଯୁକ୍ତ ମୌଳିକମାନ ମଧ୍ୟ ଅଛନ୍ତି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, କାଲ୍‌ସିୟମ୍‌ର 40, 44, 42, 43, 48 ଓ 46 ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ବିଶିଷ୍ଟ 6 ଗୋଟି ସମସ୍ଥାନିକ ଥିଲାବେଳେ କାଡ୍‌ମିୟମ୍‌ରେ 8 ଟି (114, 112, 110, 111, 113, 116, 106, ଓ 108 ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ବିଶିଷ୍ଟ), ଟିଣର 10ଟି (120, 118, 116, 119, 117, 124, 122, 112, 114 ଓ 115 ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ବିଶିଷ୍ଟ) ଏବଂ ପାରଦର 7ଟି (202, 200, 199, 201, 198, 204 ଓ 196 ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ) ସମସ୍ଥାନିକ ରହିଛନ୍ତି ।

ପ୍ରାକୃତିକ ଉଦଜାନରେ ସାଧାରଣ ଉଦଜାନ ହେଲା ଶତକଡା 99.984 ଭାଗ ଏବଂ ଭାରିଉଦଜାନ 0.016 ଭାଗ । ଏଥିରେ ଅତି-ଭାରିଉଦଜାନର ପରିମାଣ ଅତି ନଗଣ୍ୟ, ତାହା 10^{10} ଭାଗରେ ପ୍ରାୟ ଏକଭାଗ । ତେବେ ଏହାର ତେଜସ୍କ୍ରିୟଗୁଣ ରହିଛି । ବିବିଧ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଏହା ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

ସେହିପରି ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ସମସ୍ଥାନିକ ହେଉଛି ୟୁରାନିୟମ୍-238 ଏବଂ ୟୁରାନିୟମ୍-235 । ଏହାର ଅନ୍ୟ କେତେକ ସମସ୍ଥାନିକ ଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ସେଗୁଡିକର ଅର୍ଦ୍ଧଆୟୁଷ ବହୁତ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ପ୍ରକୃତିରେ କେବଳ ଏହି ଦୁଇଟି ସମସ୍ଥାନିକ ଉପଲବ୍ଧ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ଏହି ଦୁଇଟିର ପରିମାଣରେ ବହୁତ ପାର୍ଥକ୍ୟ ରହିଛି । କୌଣସି ଏକ ୟୁରାନିୟମ୍ ନମୁନାର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ୟୁରାନିୟମ୍-238 ଅଧିକାର କରିଥାଏ । ଏହାର ଭାଗ 99.3 ପ୍ରତିଶତ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ୟୁରାନିୟମ୍-235 ର ପରିମାଣ ହେଉଛି ମାତ୍ର 0.7 ପ୍ରତିଶତ । ସୂଚନାଯୋଗ୍ୟ ଯେ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଉପାୟରେ ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ପାଇଁ କେବଳ ୟୁରାନିୟମ୍-235 ଦରକାର ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ପ୍ରକୃତିରେ ଏହାର ପରିମାଣ ବହୁତ କମ୍ ଥିବାରୁ ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରରେ ବ୍ୟବହାର ପୂର୍ବରୁ ୟୁରାନିୟମ୍‌କୁ ସମୃଦ୍ଧିକରଣ (enrichment) କରି ଏଥିରେ ୟୁରାନିୟମ୍-235 ର ପରିମାଣ 3 ରୁ 4 ପ୍ରତିଶତକୁ ଅଣାଯାଇଥାଏ । ଆଣବିକ ବୋମା ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ୟୁରାନିୟମ୍‌କୁ ସମୃଦ୍ଧିକରଣ କରି କରି 90 ପ୍ରତିଶତ ୟୁରାନିୟମ୍-235 ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଏ ।

ପରମାଣୁର ପରିପ୍ରକାଶ

ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପରମାଣୁକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ ଲେଖିବା ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଚିହ୍ନ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଆନ୍ତି । ବିଶେଷତଃ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ପ୍ରକାଶ କରିବାରେ ଏହା ସୁବିଧାଜନକ ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକର ଲାଟିନ୍ କିମ୍ବା ଇଂରାଜୀ ନାମ ଅନୁସାରେ ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଉଦଜାନ (ଇଂରାଜୀ ନାମ Hydrogen)କୁ H, ସୋଡିୟମ୍ (ଲାଟିନ୍ ନାମ Natrium) କୁ Na, କାଲସିୟମ୍ (ଇଂରାଜୀ ନାମ Calcium) କୁ Ca ଏବଂ ସୁନା (ଲାଟିନ୍ ନାମ Aurum) କୁ Au ଭାବେ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି ।

ଏହା ବ୍ୟତୀତ ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟାକୁ Z ଏବଂ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟାକୁ A ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । ଏଣୁ ନାଭିକରେ ଥିବା ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା = A - Z । ପରମାଣୁ ଚିହ୍ନର ବାମପଟ ତଳେ ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ଡ଼ାହାଣ ପଟ ଉପରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଲେଖାଯାଏ । ଏହାକୁ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ ।

$$_{Z}X^{A}$$

ଏଠାରେ × ହେଉଛି ପରମାଣୁ ।

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ସାଧାରଣ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁକୁ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ଲେଖାଯାଏ ।

$$_{6}C^{12}$$

ଏଥିରୁ ଆମେ କାର୍ବନ୍‌ର ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା (୬) ଏବଂ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା (12-6 = ୬) ଜାଣିପାରିବା । ସେହିପରି କାର୍ବନ୍‌ର ଏକ ସମସ୍ଥାନିକ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

$$_{6}C^{14}$$

ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 6 ଏବଂ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 8 । ଏହାକୁ ମଧ୍ୟ କାର୍ବନ୍-14 ଆକାରରେ ଲେଖାଯାଇଥାଏ ।

ପରମାଣୁର ଆକାର

ପରମାଣୁଗୁଡିକ ଏତେ ଛୋଟ ଯେ ଆମେ ସେଗୁଡିକୁ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖିପାରିବା ନାହିଁ । ଏହା ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ ଆମେ ତାହା ସହଜରେ କଳ୍ପନା ମଧ୍ୟ କରିପାରିବା ନାହିଁ । ଏକ ଇଞ୍ଚ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ 100 ନିୟୁତ ଭାଗ କଲେ ଯାହା ହେବ, ଏହା ପ୍ରାୟ ସେତିକି । ବୁଢିଆଣୀ ସୂତା କେତେ ସରୁ । ତା'ର ବ୍ୟାସ ହେଉଛି 0.000001 ମିଲିମିଟର । ପରମାଣୁ ହେଉଛି ତା'ଠାରୁ କ୍ଷୁଦ୍ର । ଏହାକୁ ସାଧାରଣ ଆଲୋକୀୟ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଦେଖିହୁଏ ନାହିଁ । 1981 ମସିହାରେ ଗୋଟିଏ ବିଶେଷ ପ୍ରକାର ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରର ବିକାଶ କରାଗଲା, ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ପରମାଣୁକୁ ଦେଖି ହେଲା । ଏହି ଯନ୍ତ୍ରର ନାମ ହେଉଛି କ୍ରମବୀକ୍ଷଣ ଟନେଲ୍ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର (Scanning tunneling microscope ବା STM) ।

ପରମାଣୁ ଏବଂ ଏହାର ବିଭିନ୍ନ କଣିକାର ଆକାର ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଏକ ଧାରଣା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଥିରେ ପରମାଣୁ ଓ ଅନ୍ୟ କଣିକାଗୁଡିକର ଆନୁମାନିକ ବ୍ୟାସ ଦିଆଯାଇଛି ।

ପରମାଣୁ ବ୍ୟାସ = 1×10^{-10} ମିଟର

ନାଭିକ ବ୍ୟାସ = 1×10^{-14} ମିଟର

ନିଉଟ୍ରନ୍ କିମ୍ବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ବ୍ୟାସ = 1×10^{-15} ମିଟର

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବ୍ୟାସ = 1×10^{-18} ମିଟର (ଏହା ସଠିକ୍ ଭାବେ ଜଣାନାହିଁ) ।

ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ପରମାଣୁର ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହାର ନାଭିକରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ରୁ ଆସିଥାଏ । ଇଟାଲିର ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଆମାଦେଓ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ଯବକ୍ଷାରଜାନ, ଅମ୍ଳଜାନ, ଉଦଜାନ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ନେଇ କିଛି ପରୀକ୍ଷା କରୁଥିଲେ । ସେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଯେ, ଯେତେବେଳେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡିକର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପମାନ ସମାନ, ଏଗୁଡିକ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ଅନୁପାତରେ ଏକାଠି ମିଶି ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଆନ୍ତି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ,

(କ) ଏକ ଲିଟର ଯବକ୍ଷାରଜାନ ତିନି ଲିଟର ଉଦଜାନ ସହ ମିଶି ଏମୋନିଆ (NH_3) ଗଠନ କରିଥାଆନ୍ତି ।

(ଖ) ଏକ ଲିଟର ଉଦଜାନ ଏକ ଲିଟର କ୍ଲୋରିନ୍ ସହ ମିଶି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ବା ଲବଣାମ୍ଳ (HCL) ଗଠନ କରିଥାଆନ୍ତି ।



[ଚିତ୍ର-17:
ଆମାଦେଓ ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ]

ଆଭୋଗାଡ୍ରୋ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଯେ ସମାନ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପମାନରେ ସମାନ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡିକରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ଅଛି । ଏଣୁ ସମାନ ଆୟତନର ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଓଜନ କରି ସେ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତକୁ ଜାଣିପାରିଲେ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଏକ ଲିଟର ଅମ୍ଳଜାନର ଓଜନ ହେଉଛି ଏକ ଲିଟର ଉଦଜାନ ଓଜନର 16 ଗୁଣ । ଏଣୁ ଅମ୍ଳଜାନର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବେ ଉଦଜାନର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର 16 ଗୁଣ ହେବ । ଏହି ପ୍ରକାର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ପରମାଣୁଗୁଡିକର ଗୋଟିଏ ଆପେକ୍ଷିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍କେଲ୍ ବାହାରିଲା । ଏଥିରେ ସମସ୍ତ

ପରମାଣୁକୁ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ସହ ତୁଳନା କରାଗଲା । ଥରେ ଆପେକ୍ଷିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍କେଲ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଯିବା ପରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡିକରୁ କୌଣସି ପଦାର୍ଥରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପଦାର୍ଥର ଗ୍ରାମ୍‌ରେ ଓଜନ ସହ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କରିହେଲା । ଏଥିରୁ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ (atomic mass unit ବା a.m.u) ବାହାର କରାଗଲା । ଏ.ଏମ୍.ୟୁ. କୁ ମଧ୍ୟ ଡ଼ାଲଟନ୍ କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବାର ଭାଗରୁ ଏକ ଭାଗକୁ ଏକ ଏ.ଏମ୍.ୟୁ. ବା ଡ଼ାଲଟନ୍ ଭାବେ ନିଆଯାଇଛି । ଏହା 1.66×10^{-24} ଗ୍ରାମ୍ ସହ ସମାନ ।

ବିଭିନ୍ନ କଣିକାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିମ୍ନରେ ପ୍ରଦାନ କରାଗଲା ।

(କ) ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 9.11×10^{-31} କି.ଗ୍ରା. । ଏହା ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ହାଲୁକା କଣିକା ।

(ଖ) ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 1.6726×10^{-27} କି.ଗ୍ରା. । ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1836 ଗୁଣ ।

(ଗ) ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 1.6929×10^{-27} କି.ଗ୍ରା. । ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1839 ଗୁଣ ।

ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଓ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ

ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ସମାନ ପ୍ରକାରର ପରମାଣୁରୁ ଗଠିତ, ତାକୁ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ (element) କୁହାଯାଏ । ମନେକର 118 ପ୍ରକାରର ପରମାଣୁ ଅଛି । ତାହାହେଲେ ମୋଟ ଉପରେ କେତୋଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଅଛି ? ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ସଂଖ୍ୟା ମଧ୍ୟ ସେହି 118 ହେବ । ପରମାଣୁର ନାମ ଅନୁସାରେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ସମାନ ନାମ ମଧ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ଉଦଜାନ, ହିଲିୟମ୍, ଅମ୍ଳଜାନ, କାର୍ବନ୍, ତମ୍ବା ଆଦି ହେଉଛି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ।

ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ଏକରୁ ଅଧିକ ଅଲଗା ପ୍ରକାରର ପରମାଣୁରୁ ଗଠିତ, ତାକୁ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ (compound) କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଦୁଇଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ସହ ମିଶି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି । ଏହା ସାଧାରଣରେ ଜଳ ଭାବେ ଜଣା । ସେହିପରି ଆମେ ଖାଉଥିବା ଲୁଣର ରାସାୟନିକ ନାମ ହେଉଛି ସୋଡିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ । ଏହା ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ । ସୋଡିୟମ୍ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱୟରେ ସଂଯୋଗରେ ଏହା ଗଠିତ ହୋଇଛି ।

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ସଂଯୋଗରୁ କେତୋଟି ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ ଗଠନ ହୋଇପାରିବ, ତାକୁ କଳ୍ପନା କରିପାରିବା କି ? ଅସୀମ ସଂଖ୍ୟକ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ ଅଛି । ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡରେ ଯେଉଁସବୁ ସଜୀବ ଓ ନିର୍ଜୀବ ବସ୍ତୁ ଆମେ ଦେଖୁଛେ, ତାହା ଏହିସବୁ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥରୁ ଗଠିତ ହୋଇଛି ।

ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ

ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ସାରଣୀ ଯେଉଁଥିରେ ସମସ୍ତ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ଚିହ୍ନ, ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ । ଏଥିରେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ବିଭିନ୍ନ ଧାଡ଼ି ଓ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଏପରି ଭାବେ ସଜ୍ଜା ହୋଇ ରଖାଯାଇଛି ଯେ ସମାନ ପ୍ରକୃତିର ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ସମାନ ବ୍ୟବଧାନରେ ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଦେଖା ଦେଇଥାଏ ।

ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ 7ଟି ଧାଡ଼ି ଓ 18ଟି ସ୍ତମ୍ଭରେ ବିଭକ୍ତ । ଗୋଟିଏ ଧାଡ଼ି ବା ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ଥିବା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି ବାମରୁ ଡ଼ାହାଣ ଆଡ଼କୁ ଧୀରେ ଧୀରେ

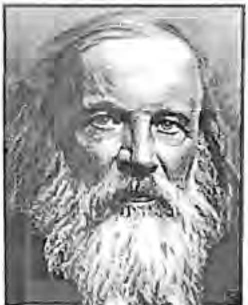
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

[ଚିତ୍ର-18: ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ]

ବଦଳିଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଥିବା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ଗ୍ରୁପ୍ (group) କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ସମାନ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଧାଡ଼ିରେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ବାମରୁ ଡ଼ାହାଣକୁ ସେମାନଙ୍କର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଅନୁଯାୟୀ ରହିଥାଏ । ପୁନଶ୍ଚ ଧାଡ଼ିଗୁଡ଼ିକରେ ଉପରୁ ତଳ ଆଡ଼କୁ ଗଲେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁରେ ଥିବା ସେଲ୍ ସଂଖ୍ୟା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ିଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ପ୍ରଥମ ଧାଡ଼ିରେ ଥିବା ମୌଳିକ

ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ଗୋଟିଏ ସେଲ୍, ଦ୍ୱିତୀୟ ଧାଡିରେ ଥିବା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ଦୁଇଟି ସେଲ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।

ରୁଷିଆର ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଡ଼ିମିତ୍ରି ଇଭାନୋଚିଭ୍ ମେଣ୍ଡେଲିଭ୍ 1869 ମସିହାରେ ପ୍ରଥମେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥିଲେ । ସେତେବେଳକୁ 63ଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଜଣାଥିଲା । ସେ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ସାନରୁ ବଡ଼କ୍ରମେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକୁ ଲେଖିଲେ । ସେ ସାରଣୀକୁ କେତେଗୁଡିଏ ଧାଡିରେ ଏପରି ଭାବରେ ଭାଗ କଲେ ଯେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ଅବସ୍ଥିତିରେ ଗୋଟିଏ ଶୈଳୀ (pattern) ମିଳିଲା । ସମାନ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଥିବା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକ ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଆସିଲା । ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଧାଡିକୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ କୁହାଗଲା । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀକୁ ଦେଖି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପ୍ରଥମ କରି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ରାସାୟନିକ ସମ୍ପର୍କକୁ ଜାଣିପାରିଲେ ।



[ଚିତ୍ର-19: ଡିମିତ୍ରି ମେଣ୍ଡେଲିଭ୍]

ମେଣ୍ଡେଲିଭ୍‌ଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ କିଛି ଘର (cell) ଖାଲି ପଡିଥିଲା । କାରଣ ସେତେବେଳେ ସମସ୍ତ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇନଥିଲା । ମେଣ୍ଡେଲିଭ୍ ସେତେବେଳେ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇନଥିବା ତିନୋଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପୂର୍ବାନୁମାନ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ସେଗୁଡିକ ପାଇଁ ସ୍ଥାନ ନିରୂପଣ କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ସେଗୁଡିକର ପ୍ରକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥିଲେ । ଏହି ପଦାର୍ଥ ତିନୋଟି ହେଉଛି ଜର୍ମାନିୟମ୍, ଗାଲିୟମ୍ ଓ ସ୍କାଣ୍ଡିୟମ୍ । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ଏଗୁଡିକ ଯଥାକ୍ରମେ ସିଲିକନ୍, ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଓ ବୋରୋନ୍ ପରେ ଆସୁଥିବାରୁ ସେ ଏଗୁଡିକରେ ନାମ ଯଥାକ୍ରମେ ଏକା-ସିଲିକନ୍, ଏକା-ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଏବଂ ଏକା-ବୋରୋନ୍ ରଖିଥିଲେ ।

ମେଣ୍ଡେଲିଭ୍‌ଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ନୋବେଲ ବା ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଗ୍ୟାସ୍ ନଥିଲା । ଏଗୁଡିକ ପରେ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ସ୍କଟଲାଣ୍ଡର ରାସାୟନିବିତ୍ ଉଇଲିୟମ୍ ରାମ୍‌ସେ ଏଗୁଡିକୁ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ଏବଂ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ଗୋଟିଏ ନୂଆ ଗ୍ରୁପ୍ ୦ (ଶୂନ) ସୃଷ୍ଟି କରି ଏଗୁଡିକୁ ଯୋଗ କଲେ । ଫଳରେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀର ମୂଳ ଧାରଣା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଲା ।

ଏହାପରେ ଜଣାପଡିଲା ଯେ ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ସଜାଇଲେ କିଛି ଅସୁବିଧା ହେଉଛି । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ଲିଥିୟମ୍ ଓ ସୋଡିୟମ୍ ସହ ଗୋଟିଏ ଶ୍ରେଣୀରେ ଆରଗନ୍ ରହିବା କଥା । ମାତ୍ର ଆରଗନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଲିଥିୟମ୍ ଓ ସୋଡିୟମ୍ ହେଉଛି କଠିନ ପଦାର୍ଥ । ପୁନଶ୍ଚ ଏହି ଦୁଇଟି ଅତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଶୀଳ ହୋଇଥିବାବେଳେ ଆରଗନ୍ ହେଉଛି ପ୍ରାୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାହୀନ । 1913 ମସିହାରେ ଇଂରେଜୀ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ହେନେରି ମୋସ୍‌ଲେ ଏହାର ସମାଧାନ ପାଇଁ ଉପାୟ ବାହାର କଲେ । ସେ ଦର୍ଶାଇଲେ ଯେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଏହାର ପରମାଣିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପେକ୍ଷା ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ସହିତ ଅଧିକ ଭାବରେ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି ।


[ଚିତ୍ର-20:ଉଇଲିୟମ୍ ରାମ୍‌ସେ]

ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ଜାଣିଛେ ଯେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଏହାର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପୁନଶ୍ଚ ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ସମାନ । ଏଣୁ ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା (ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ କିମ୍ବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା) ଅନୁସାରେ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ସଜାଇବା ହେଉଛି ଯଥାର୍ଥ । ଏହାପର ଠାରୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀକୁ ପୁନର୍ଗଠିତ କରି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ସେମାନଙ୍କର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଅନୁଯାୟୀ ସଜାଇ ଲେଖାଗଲା ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଆବିଷ୍କୃତ 118ଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥକୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ରଖାଯାଇଛି । ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରଥମ ୨୪ଟି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରକୃତିରେ ଉପଲବ୍ଧ ଏବଂ ଅବଶିଷ୍ଟ ସବୁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସାଂଶ୍ଳେଷିତ କରାଯାଇଛି । ପୁନଶ୍ଚ ପ୍ରକୃତିରେ ମିଳୁଥିବା କେତେକ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ସମସ୍ଥାନିକକୁ କୃତ୍ରିମ ଉପାୟରେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଛି ।

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ପରମାଣୁଗୁଡିକର ସଂଯୋଗ ହେଉଛି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (chemical reaction) । ଏଥିରେ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ମୁଖ୍ୟ ଭୂମିକା ନେଇଥାଆନ୍ତି । କାରଣ ଅଧିକାଂଶ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ଟି ଅସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଥାଏ; ଅର୍ଥାତ୍ ଏଥିରେ ସର୍ବାଧିକ ଯେତିକି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ରହିବାର କ୍ଷମତା ଅଛି, ସେତିକି ନଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଏହିପରି ଦୁଇଟି ବା ତତୋଧିକ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟେ, ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଏମିତି ସଜାଇ ହୋଇ ରହନ୍ତି ଯାହା ଫଳରେ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । ଏହା ତିନୋଟି ଉପାୟରେ ହୋଇଥାଏ ।

(କ) ପରମାଣୁଗୁଡିକର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା କେତୋଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପରସ୍ପର ଭାଗ କରନ୍ତି ।

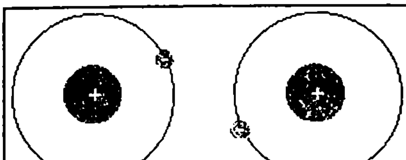
(ଖ) ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଅଧିକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ଗ୍ରହଣ କରିନେବ ।

(ଗ) ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକୁ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁକୁ ଦେଇଦେବା ।

ଯେତେବେଳେ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ, ତାକୁ ସ୍ଥିର (stable) କୁହାଯାଏ । କେତୋଟି ଉଦାହରଣଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝିବା ।

1. ଉଦଜାନ ଅଣୁ

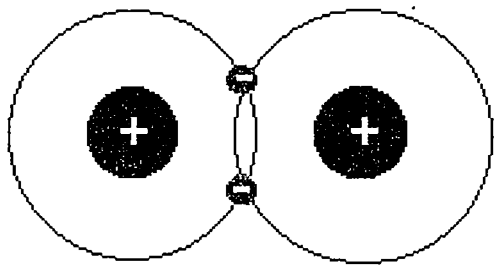
ଉଦଜାନ ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ସେଲ୍ ଅଛି ଏବଂ ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏହି ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ



[ଚିତ୍ର-21:ଦୁଇଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ]

ହେବାପାଇଁ ଏହାକୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର । ମନେକର ଏହା ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିଲା । ସେହି ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ମଧ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ତାହାହେଲେ କ'ଣ ହେବ ?

ଏହା ସ୍ୱାଭାବିକ ହେବ ଯେ ଦୁଇଟି ଯାକ ପରମାଣୁ ସେମାନଙ୍କର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ବାଣ୍ଟି ଏକାଠି ହୋଇଯିବେ । ଏହା ଫଳରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ସେଲ୍‌ରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିବ (ଚିତ୍ର 22 ଦେଖ) । ଏହିପରି ଭାବେ ପରମାଣୁଗୁଡିକର ସଂଯୋଗ ବା ଗ୍ରୁପିଙ୍ଗ୍‌କୁ ଅଣୁ (molecule) କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଉଦଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ଉଦଜାନ ଅଣୁରୁ ଗଠିତ ହୋଇଛି । ଗୋଟିଏ ଉଦଜାନ ଅଣୁରେ ଦୁଇଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ଅଛି । ଯେହେତୁ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ନୁହେଁ, ଏହା ସ୍ଥିର ନୁହେଁ । ଫଳରେ ଏହା ଅନ୍ୟ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ସହ ମିଶି ଉଦଜାନ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି କରି ସ୍ଥିର ହୋଇଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ପ୍ରକୃତିରେ ଆମେ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ପାଇ ନ ଥାଉ, କେବେଳ ଉଦଜାନ ଅଣୁ ପାଇଥାଉ । ଏହିପ୍ରକାର ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧ (chemical bond)କୁ ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧ (covalent bond) କୁହାଯାଏ । ଏହିପ୍ରକାର ବନ୍ଧରେ ଦୁଇଟି ପରମାଣୁ ପରସ୍ପରର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଭାଗ କରନ୍ତି ।



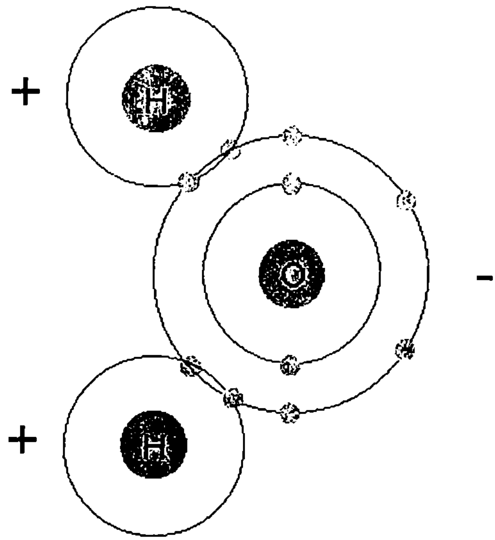
ଚିତ୍ର 22 – ଉଦଜାନ ଅଣୁ

(2) ଜଳ ଅଣୁ

ଉଦଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଉଛି ଟିକିଏ ଜଟିଳ । ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁରେ ୮ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରଥମ ସେଲ୍‌ରେ 2ଟି ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ତଥା ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ 6 ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବାପାଇଁ ଏହାର ଆଉ 2ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର । ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣରୁ

ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁର ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେବାପାଇଁ ଅଧିକ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର । ଏଣୁ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁକୂଳ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଉଦଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁଗୁଡିକୁ ଏକାଠି କଲେ କ'ଣ ହେବ ?

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ସହଜରେ ଦୁଇଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ସହ ମିଶିଯିବ ଯାହା ଫଳରେ ତିନୋଟିଯାକ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇପାରିବ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରୁ ଆମେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ବା ଜଳର ଅଣୁ ପାଇବା (ଚିତ୍ର 23 ଦେଖ) ।



ଚିତ୍ର 23– ଜଳ ଅଣୁ

---

(3) ସୋଡିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍

ଆମ ଖାଇବା ଲୁଣର ରାସାୟନିକ ନାମ ହେଉଛି ସୋଡିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଗୋଟିଏ ସୋଡିୟମ୍ ପରମାଣୁ ଓ ଗୋଟିଏ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁରୁ ଗଠିତ । ଗୋଟିଏ ସୋଡିୟମ୍ ପରମାଣୁର 11ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି ଏବଂ ଫଳରେ ଏହା ତିନୋଟି ସେଲ୍‌ରେ ଅଛି । ପ୍ରଥମ ସେଲ୍‌ରେ 2ଟି, ଦ୍ୱିତୀୟ ସେଲ୍‌ରେ 8ଟି ଏବଂ ତୃତୀୟ ତଥା ଶେଷ ସେଲ୍‌ରେ ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍

ଅଛି । ଗୋଟିଏ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁର 17ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ପ୍ରଥମ ସେଲ୍‌ରେ 2ଟି, ଦ୍ୱିତୀୟ ସେଲ୍‌ରେ 8ଟି ଏବଂ ତୃତୀୟ ତଥା ଶେଷ ସେଲ୍‌ରେ 7ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅଛି ।

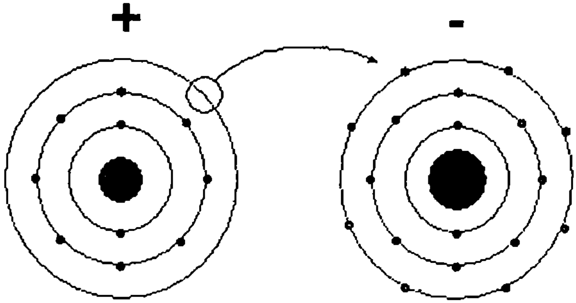
ମନେକର ସୋଡିୟମ୍ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା କରିବା । ସ୍ଥିରତା ପାଇବା ପାଇଁ ସୋଡିୟମ୍ ପରମାଣୁକୁ ଦୁଇଟି ଜିନିଷରୁ ଗୋଟିଏକୁ ବାଛିବାକୁ ପଡିବ । ଏହାର ଶେଷ ସେଲ୍‌ରୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହରାଇବା କିମ୍ୱା 7ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରି ଶେଷ ସେଲ୍‌କୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା । କେଉଁଟି ସହଜ ? ନିଶ୍ଚିତଭାବେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହରାଇବା ହେଉଛି ସହଜ ପ୍ରକ୍ରିୟା । ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହରାଇଲେ ପରମାଣୁର ମୋଟ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ମୋଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟାଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ । ଫଳରେ ସାମଗ୍ରିକ ଭାବେ ପରମାଣୁକୁ ଧନାତ୍ମକ ଆୟନ୍ ବା କାଟାୟନ୍ (cation) କୁହାଯାଏ ।

ଅପରପକ୍ଷରେ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁର ସ୍ଥିରତା ଆଣିବା ପାଇଁ 7ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହରାଇବା ଅପେକ୍ଷା ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିବା ହେଉଛି ସହଜ ଉପାୟ । ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବେ ସୋଡିୟମ୍ ପରମାଣୁ ପରିତ୍ୟାଗ କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଏହା ସହଜରେ ଗ୍ରହଣ କରିନେବ । କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବାରୁ ଏହା ସାମଗ୍ରିକ ଭାବେ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ପ୍ରକାର ପରମାଣୁକୁ ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନ୍ ବା ଆନାୟନ୍ (anion) କୁହାଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଦେଖିଲେ ଯେ ସୋଡିୟମ୍ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁ ପରସ୍ପରର ନିକଟତର ହେବା ପରେ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁ ସୋଡିୟମ୍ ପରମାଣୁର ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିନେଲା । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ଯାକ ପରମାଣୁରେ ସ୍ଥିରତା ଆସିଲା । ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ଧନାତ୍ମକ ଆୟନ୍ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଅନ୍ୟଟି ଋଣାତ୍ମକ ଆୟନ୍ ହୋଇଗଲା । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଦୁଇଟି ବିପରୀତ ଚାର୍ଜ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ଏବଂ ସମାନ ଚାର୍ଜ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦୁଇଟି ବିପରୀତ ଚାର୍ଜ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକର୍ଷିତ ହେବେ ଏବଂ ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବଳଦ୍ୱାରା ଉଭୟ ବାନ୍ଧିହୋଇ ଏକାଠି ରହିବେ । ଏହା ଫଳରେ ସୋଡିୟମ୍ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁରୁ ସୋଡିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଅଣୁ ଗଠିତ ହେଲା । ଏହିପ୍ରକାର

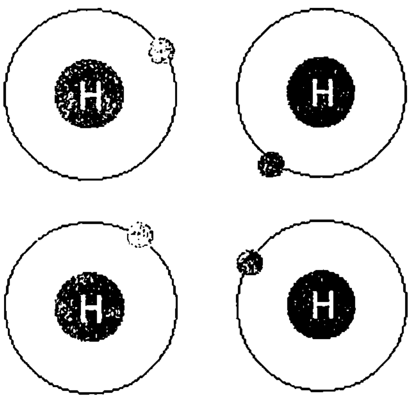
ବନ୍ଧକୁ ଆୟନୀୟ ବନ୍ଧ (ionic bond) ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଯୋଜି ବନ୍ଧ କୁହାଯାଏ ।

(4) ମିଥେନ୍

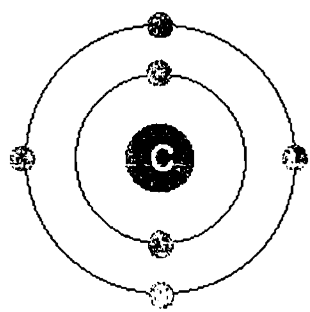


[ଚିତ୍ର-26: ସୋଡ଼ିୟମ୍ ଆୟନ୍ ଓ କ୍ଲୋରିନ୍ ଆୟନ୍]

ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ଓ 4ଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁର ସଂଯୋଗରେ ମିଥେନ୍ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । କାର୍ବନ୍‌ର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ 4ଟି ଏବଂ ଉଦଜାନର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁର ସ୍ଥିରତା ପାଇଁ ଏହା ଆଉ 4ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର କରିଥାଏ ଏବଂ ସ୍ଥିରତା ପାଇଁ ଉଦଜାନ

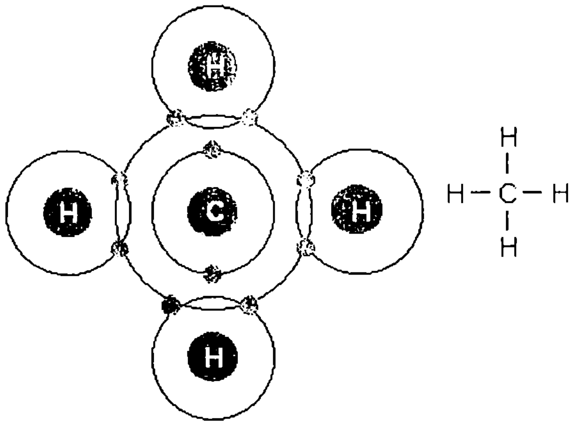


[ଚିତ୍ର-27: ଚାରିଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ]



[ଚିତ୍ର-28: କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ]

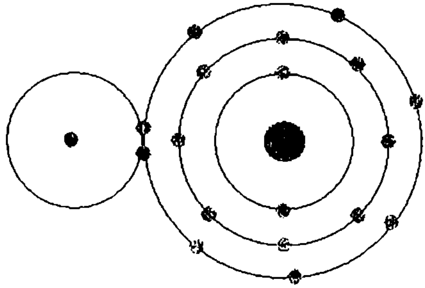
ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର କରିଥାଏ । ଏଣୁ ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ ପରମାଣୁ ଚାରିଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ସହ ମିଶି ମିଥେନ୍ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ (ଚିତ୍ର 29 ଦେଖ) । ଏହାକୁ CH_4 ଭାବେ ଲେଖାଯାଏ । ଏହା ମଧ ତଳଚିତ୍ରରେ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ଭଳି ଲେଖାଯାଏ ।



[ଚିତ୍ର-29: ମିଥେନ୍ ଅଣୁ]

(5) ଲବଣାମ୍ଳ

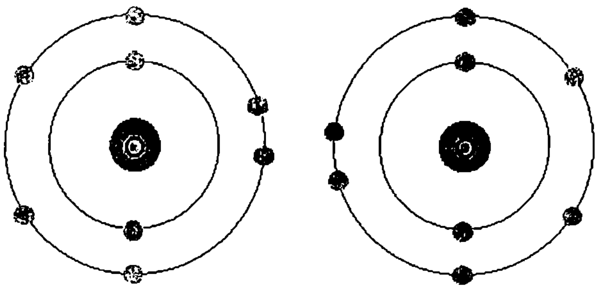
ଲବଣାମ୍ଳ ହେଉଛି ହାଇଡ୍ରାଜେନ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ (HCL) । ଗୋଟିଏ ଉଦଜାନ ଓ ଗୋଟିଏ କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁ ମିଶି ସହଯୋଜୀ ବନ୍ଧରେ ଏହା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ନିମ୍ନରେ ଏହାର ଚିତ୍ର ଦିଆଗଲା ।



[ଚିତ୍ର-30: ଲବଣାମ୍ଳ ଅଣୁ]

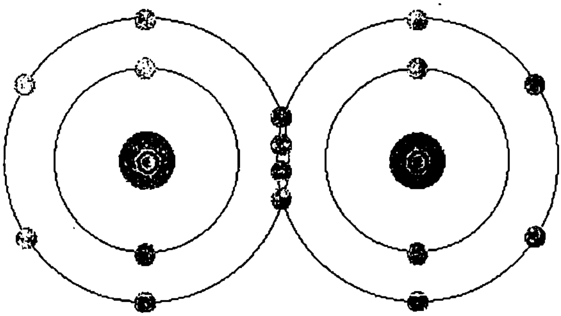
(6) ଅମ୍ଳଜାନ

ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଛଅଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏଣୁ ଦୁଇଟି ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ପରସ୍ପରର ନିକଟତର ହେଲେ ସ୍ଥିରତା ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ



[ଚିତ୍ର-31: ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ]

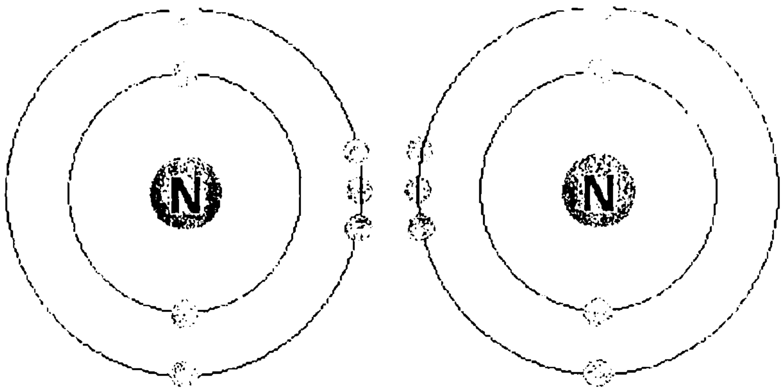
ଅଧିକ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦରକାର କରିବେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁ ଭାଗ କରି ଏହା ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରିବ । ଏହାକୁ ଦ୍ୱୈତବନ୍ଧ (double bond) କୁହାଯାଏ (ଚିତ୍ର 32 ଦେଖ) ।



[ଚିତ୍ର-32: ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ]

(7) ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଅଣୁ

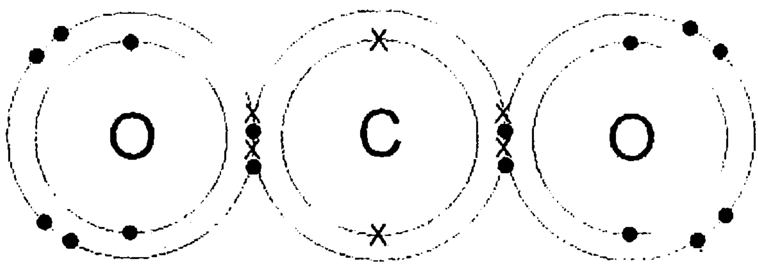
ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ 5ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏଣୁ ଦୁଇଟି ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁ ପରସ୍ପର ସହିତ ତିନୋଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଭାଗ କରି ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଆନ୍ତି (ଚିତ୍ର 33 ଦେଖ) । ଏହାକୁ ତ୍ରି-ବନ୍ଧ



[ଚିତ୍ର-33: ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଅଣୁ]

(triple bond) କୁହାଯାଏ ।

ସୂଚନାଯୋଗ୍ୟ ଯେ ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ବାହ୍ୟ ସେଲ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଥାଏ, ତାହା ରାସାୟନିକ ଭାବେ ପ୍ରାୟ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଥାଏ । ଏହି ପରମାଣୁଗୁଡିକ ହେଉଛି ହିଲିୟମ୍,



[ଚିତ୍ର-34: ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଅଣୁ]

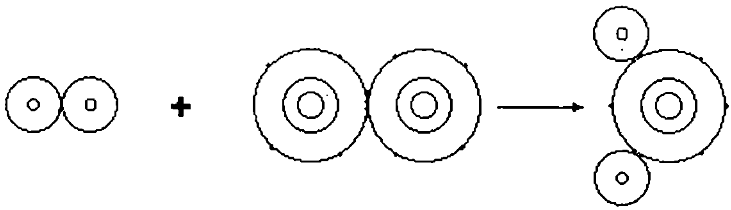
ନିଅନ୍, କ୍ରିପଟନ୍, ଜେନନ୍ ଏବଂ ରେଡ଼ନ୍ ।

(୪) ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଅଣୁ

ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ଓ ଦୁଇଟି ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । କାର୍ବନ୍‌ର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ 4ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଏହା ଦୁଇଟି ଅମ୍ଳଜାନର ବାହ୍ୟ ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା 2ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସହ ଦ୍ୱୈତ ବନ୍ଧରେ ଆବଦ୍ଧ ହୋଇଥାଏ ।

ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ

ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ଜାଣିଛେ ଯେ ଦୁଇଟି ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ମିଶିଲେ ଗୋଟିଏ ଜଳ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ମାତ୍ର ପ୍ରକୃତିରେ ଉଦଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ପରମାଣୁ ଅବସ୍ଥାରେ ନାହିଁ; ଏହା ଅଣୁ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ । ଏଣୁ ଉଦଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ ମିଶି ଜଳ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଆନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ (chemical equation) ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଉଦଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ସମୀକରଣକୁ ନିମ୍ନରେ । ଦେଖାଗଲା ।

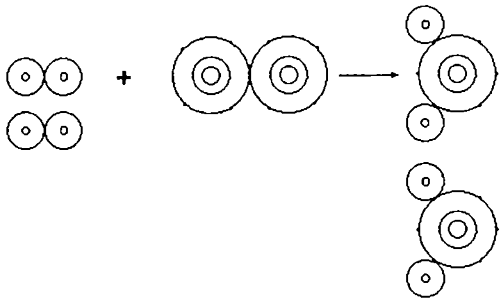


[ଚିତ୍ର-35: ଅସନ୍ତୁଳିତ ସମୀକରଣ]

ଉପରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ସମୀକରଣଟି ପୂରାପୂରି ଠିକ୍ ନୁହେଁ । କାରଣ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣର ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଆବଶ୍ୟକତା ହେଉଛି ଯେ ତୀର ଚିହ୍ନର ବାମପଟେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଏହାର ଡ଼ାହାଣପଟେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନ ହେବ । ଏହାକୁ 'ସନ୍ତୁଳନ' (balanced) ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ କୁହାଯାଏ । ଉପର ସମୀକରଣରେ ବାମପଟେ 4ଟି ପରମାଣୁ ଥିବାବେଳେ ଡ଼ାହାଣପଟେ 3ଟି ପରମାଣୁ ଅଛି । ଏଣୁ ଏହା ସନ୍ତୁଳନ ନୁହେଁ । ଏହାର ସଠିକ୍ ସମୀକରଣ ହେଉଛି,

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

ଚିତ୍ର-୨୬ରେ ଏହାକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



[ଚିତ୍ର-୨୬: ଜଳର ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ]

ତୀର ଚିହ୍ନରେ ବାମପଟେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡିକୁ ପ୍ରତିକାରକ (reactant) ଏବଂ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡିକୁ ଉତ୍ପାଦ (product) କୁହାଯାଏ ।

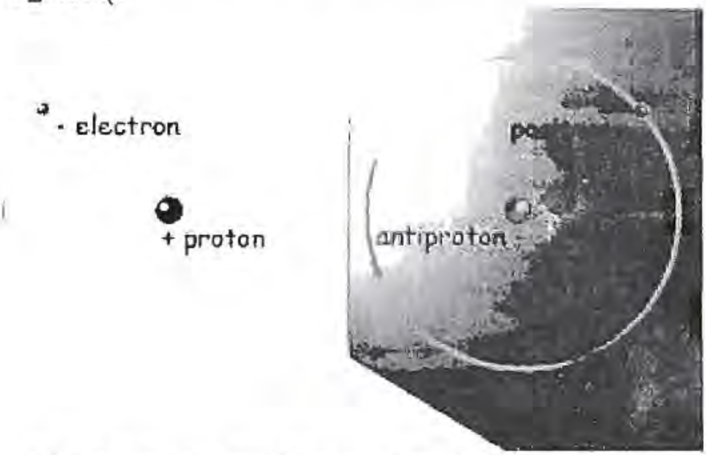
ଅଧିକାଂଶ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଉଛି ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ (reversible) । ସମୀକରଣରେ ତୀର ଚିହ୍ନ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀକୁ ସୂଚାଇଥାଏ ।

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

ଉପର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2)ର ପରିପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥା (Concentration) ଅଧିକ ହେଲେ କାର୍ବୋନିକ୍ ଅମ୍ଳ (H_2CO_3) ଜମା ହୋଇଯାଏ । ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳର ପରିପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥା ଅଧିକ ହେଲେ ଦ୍ରୁତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟିଥାଏ । ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳର ପରିପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥା କମିଗଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବାମ ଆଡ଼କୁ ହୁଏ; ଅର୍ଥାତ୍ କାର୍ବୋନିକ୍ ଅମ୍ଳ ଭାଙ୍ଗିଯାଇ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଓ ଜଳ ଗଠିତ ହୁଏ ।

ପ୍ରତିବସ୍ତୁ

ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ହେଉଛି ବସ୍ତୁର ବିପରୀତ ରୂପ । ଏହାର ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ହେଉଛି ଋଣାତ୍ମକ ଓ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଧନାତ୍ମକ । ଏଣୁ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ପରମାଣୁରେ ଧନାତ୍ମକ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଋଣାତ୍ମକ ନାଭିକ ଚାରିପାଖରେ ଘୂରି ବୁଲନ୍ତି । ଏହି ଧନାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌କୁ ପ୍ରତିଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବା ପଜିଟ୍ରନ୍ ନାମ ଦିଆଯାଇଛି । ବିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବହନ କରୁଥିବା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ହେଉଛି ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ।



[ଚିତ୍ର-37: ଉଦଜାନ ଓ ପ୍ରତି-ଉଦଜାନର ପରମାଣବିକ ଗଠନ]

ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ଧାରଣା ପ୍ରଥମେ ବ୍ରିଟିଶ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ପଲ୍ ଡ଼ିରାକ୍ 1928 ମସିହାରେ ପ୍ରଦାନ କରିଥିଲେ । ବିଜ୍ଞାନର ଦୁଇଟି ପ୍ରମୁଖ ତଥ୍ୟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ଆପେକ୍ଷିକ ତଥ୍ୟ ଓ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତଥ୍ୟକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ସେ ଏପରି ଏକ ସମୀକରଣରେ ଉପନୀତ ହେଲେ, ଯେଉଁଥିରେ ସେ ଋଣାତ୍ମକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଋଣାତ୍ମକ

ଶକ୍ତି ପାଇଲେ । ଏହାକୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଯାଇ ସେ ଧନାତ୍ମକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବା ପ୍ରତି-ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ଅବସ୍ଥିତି ବିଷୟରେ ସୂଚନା ଦେଲେ । ଏହା ହିଁ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ପ୍ରଥମ କଳ୍ପନା । ଏହି ଯୁଗାନ୍ତକାରୀ ଭବିଷ୍ୟତବାଣୀ ପାଇଁ 1933 ମସିହାରେ ତାଙ୍କୁ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାରରେ ସମ୍ମାନିତ କରାଯାଇଥିଲା ।

1932 ମସିହାରେ ଆମେରିକାର କାଲିଫର୍ଣ୍ଣିଆ ଇନ୍‌ଷ୍ଟିଚ୍ୟୁଟ୍ ଅଫ୍ ଟେକ୍‌ନୋଲୋଜିର ଅଧ୍ୟାପକ କାର୍ଲ ଡ଼େଭିଡ୍ ଏଣ୍ଡରସନ୍ ଓ ପାଟ୍ରିକ୍ ବ୍ଲାକେଟ୍ ବିଶ୍ୱ ରଶ୍ମି (cosmic ray) ରୁ ପ୍ରତି-ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ଏଣ୍ଡରସନ୍ ଏହାର ନାମ 'ପଜିଟ୍ରନ୍' ଦେଲେ । ଏହି ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ଏଣ୍ଡରସନ୍ 1936 ମସିହାରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଲେ । କେତେକ କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁ ଯଥା- ସୋଡିୟମ୍-22 ଓ ତମ୍ବା-64ର ବିକିରଣରୁ ମଧ୍ୟ ପଜିଟ୍ରନ୍‌ର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଲା ।

ପଜିଟ୍ରନ୍ ଆବିଷ୍କାରର 23 ବର୍ଷ ପରେ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ଆବିଷ୍କାର ହେଲା । କାଲିଫର୍ଣ୍ଣିଆ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ କଣିକାତ୍ୱରକ (particle accelerator) ରେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କଲାବେଳେ ଏହାର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗବେଷଣାଗାରରେ କଣିକାତ୍ୱରକରେ ଅତି ସହଜରେ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରୁଛି । ପ୍ରୋଟୋନ୍‌କୁ ଗୋଟିଏ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତ୍ୱରଣ କରି ଏହାର ତ୍ୱରଣ ଶକ୍ତିକୁ ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଇଥାଏ । ଏହାପରେ ଏହାକୁ ଟଙ୍ଗଷ୍ଟନ୍ କିମ୍ବା ତମ୍ବାଭଳି କଠିନ ଧାତୁ ଉପରେ ନିକ୍ଷେପ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ସଂଘର୍ଷ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ସେଥିରୁ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବିଶ୍ୱ ରଶ୍ମିରୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜାଣିପାରିଲେ ଯେ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ମହାକାଶରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ କିମ୍ବା ଧୂଳିସହ ସଂଘର୍ଷ ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି ।

ବିଜ୍ଞାନାଗାରରେ ପଜିଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇ ପାରିଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇ ପାରି ନ ଥିଲା । ଗୋଟିଏ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ଚାରିପାଖରେ ଗୋଟିଏ କକ୍ଷରେ ପଜିଟ୍ରନ୍‌କୁ ଘୂରାଇବାରେ ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ତିଆରି

କରିବାରେ କେହି ସକ୍ଷମ ହୋଇ ପାରି ନ ଥିଲେ । କିନ୍ତୁ 1996 ମସିହାରେ ଜେନେଭାସ୍ଥିତ ଗବେଷଣାଗାରରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଉଦଜାନର ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି କରି ବିଜ୍ଞାନଜଗତରେ ଆଲୋଡ଼ନ ସୃଷ୍ଟି କଲେ । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପ୍ରଥମେ କଣିକାତ୍ୱରକରେ ଅତି ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତିସଂପନ୍ନ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସୃଷ୍ଟି କଲେ । ତାପରେ ଜେନନ୍ (xenon) ପରମାଣୁର ନାଭିକ ଉପରେ ଏହାର ସଂଘର୍ଷ କରାଇଲେ । ଏହି ସଂଘର୍ଷରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତିରୁ ପଜିଟ୍ରନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ସଦ୍ୟ ଉତ୍ପନ୍ନ କେତେକ ପଜିଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ର ଗତି ଓ ଦିଗ ସମାନ ହେବାରୁ କେତେକ ପଜିଟ୍ରନ୍ ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଚାରିପଟେ ଘୂରିବାକୁ ଲାଗିଲେ । ଏଥିରୁ ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରଥମ ଉଦଜାନର ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ଅବଶ୍ୟ ଏହି ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ବହୁତ କମ୍ ସମୟ ତିଷ୍ଠି ପାରିଥିଲା । ଏହା ଗୋଟିଏ ସେକେଣ୍ଡର 4000 କୋଟି ଭାଗରୁ ଏକ ଭାଗ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହିଥିଲା । ତଥାପି ଏହି ଆବିଷ୍କାର କମ୍ ଗୌରବର କଥା ନୁହେଁ ।

ଜଣାପଡିଛି ଯେ ଯଦି ବସ୍ତୁ ଓ ପ୍ରତିବସ୍ତୁକୁ ଏକତ୍ରିତ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଭୟ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଧ୍ୱଂସ ପାଇଯିବେ ଏବଂ ଏଥିରୁ ଅମାପ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବିଶ୍ୱ ରଶ୍ମିରୁ ପଜିଟ୍ରନ୍, ପ୍ରତି-ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ପ୍ରତି-ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ହେଁ ଏହି ତିନୋଟିଯାକ ମୌଳିକ କଣାଥିବା ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ଆବିଷ୍କାର କରିପାରି ନାହାନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ବିଶ୍ୱର କେଉଁ କୋଣରେ ଏହା ଥାଇପାରେ ବୋଲି ସେମାନେ ଅନୁମାନ କରୁଛନ୍ତି । ଆମ ସୌରମଣ୍ଡଳରେ ଏଭଳି ପ୍ରତିବସ୍ତୁର କୌଣସି ସତ୍ତା ନାହିଁ । ଚନ୍ଦ୍ର, ମଙ୍ଗଳ ଓ ଶୁକ୍ର ଗ୍ରହରେ ଏହା ନାହିଁ ବୋଲି ନିଶ୍ଚିତଭାବେ ଜଣାପଡିଛି । କାରଣ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରୁ ମହାକାଶଯାନ ଯାଇ ଏହିସବୁ ଜାଗାରେ ଅବତରଣ କରିଛି । ଯଦି ସେଠାରେ ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ଥାଆନ୍ତା, ତାହାହେଲେ ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ମିତ ମହାକାଶ ଯାନଗୁଡିକ ଧ୍ୱଂସ ପାଇଯାଇଥାଆନ୍ତା । ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ନାହିଁ, କାରଣ ଏଥିରୁ ଆସୁଥିବା ସୌର ବାୟୁ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ କୌଣସି ବସ୍ତୁକୁ ଧ୍ୱଂସ କରିପାରୁ ନାହିଁ କିମ୍ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ରହ କିମ୍ବା ଉପଗ୍ରହରେ ଏପରି ପ୍ରଭାବ ପଡୁନାହିଁ ।

1200 କୋଟି ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ବିସ୍ଫୋରଣଜନିତ ବିଶ୍ୱ ସୃଷ୍ଟିବେଳେ ଉଭୟ ବସ୍ତୁ ଓ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଇପାରେ । କିନ୍ତୁ କୌଣସି ଅଜଣା କାରଣରୁ

ବସ୍ତୁର ପରିମାଣ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ପରିମାଣ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଥିଲା । ସମପରିମାଣର ବସ୍ତୁ ଓ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ମିଳନ ଯୋଗୁଁ ଉଭୟ ଧ୍ୱଂସ ପାଇ ଶକ୍ତିର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ବୋଲି ଅନୁମାନ କରାଯାଇଛି । ଅବଶିଷ୍ଟ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ରହିଲା, ସେଥିରୁ ଆମ ସୌରମଣ୍ଡଳ ତଥା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତାରକାମଣ୍ଡଳର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ତଥାପି ବିଶ୍ୱର କେଉଁ ଦୂର ନକ୍ଷତ୍ର ଓ ଗାଲାକ୍ସି ପ୍ରତିବସ୍ତୁରେ ନିର୍ମିତ ଥାଇପାରେ ବୋଲି ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କ ଅନୁମାନ । ଏହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ବର୍ତ୍ତମାନ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଗବେଷଣାରତ । ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଅସୁବିଧା ହେଉଛି ଯେ, ବସ୍ତୁ ଓ ପ୍ରତିବସ୍ତୁରୁ ହେଉଥିବା ବିକିରଣ ପୂରାପୂରି ଏକା । ଏଣୁ ଏଥିରୁ ଉଭୟ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଜାଣି ହେଉନାହିଁ । ସଂପ୍ରତି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରତି-ନକ୍ଷତ୍ର ଓ ପ୍ରତି-ଗାଲାକ୍ସିର ସନ୍ଧାନ ନେବା ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଉପାୟ ବାହାର କରିଛନ୍ତି । ସମସ୍ତ ନକ୍ଷତ୍ର ନିଉଟ୍ରିନୋ ନାମକ ଏକ କଣିକା ବିକିରଣ କରିଥାନ୍ତି । ଏହାର ଗୁଣ ବସ୍ତୁ ଓ ପ୍ରତିବସ୍ତୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପୃଥକ୍ । ନିଉଟ୍ରିନୋ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହା ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟଦେଇ ଗତି କରିପାରେ । ଏପରିକି ଆମ ଦେହ ଓ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟଦେଇ ଏହା ଅନବରତ ଗତି କରୁଛି । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଯେଉଁ କେତେକ ନିଉଟ୍ରିନୋକୁ ସନ୍ଧାନ କରିଛନ୍ତି ସେଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର କୌଣସି ସନ୍ଧାନ ପାଇ ନାହାନ୍ତି ।

ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଆଶା କରୁଛନ୍ତି ଯେ, ପ୍ରତିବସ୍ତୁରୁ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରିବ । ମହାକାଶଯାନ କିମ୍ବା ପରମାଣୁ ବୋମାରେ ଏହି ଶକ୍ତି ପ୍ରୟୋଗ ହେବାର ସମ୍ଭାବନାକୁ ଏଡ଼ାଇ ହେଉନାହିଁ । ଉଦଜାନର ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଲାପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏହାର ପରବର୍ତ୍ତୀ ପରମାଣୁ ହିଲିୟମ୍‌ର ପ୍ରତିବସ୍ତୁ ନିର୍ମାଣରେ ମନୋନିବେଶ କରିଛନ୍ତି ।

ଚତୁର୍ବିଧ ମୌଳିକ ବଳ

ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ କେତେଗୋଟି ପରମାଣୁରୁ ଗଠିତ ଏବଂ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟ କେତୋଟି ପ୍ରାଥମିକ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଛି । କଣିକାଗୁଡିକ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଗଠନ କରିଥାଆନ୍ତି । ଏହାର ମାଧ୍ୟମକୁ ମୌଳିକ ବଳ (fundamental force) କୁହାଯାଏ । ପ୍ରକୃତିରେ ଚାରି ପ୍ରକାରର ମୌଳିକ ବଳ ଅଛି । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି-

1. ମହାକର୍ଷଣ ବଳ (gravitational force)
2. ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ (electromagnetic force)
3. ଦୃଢ ନାଭିକୀୟ ବଳ (strong nuclear force)
4. କ୍ଷୀଣ ନାଭିକୀୟ ବଳ (weak nuclear force)

ଏହି ବଳଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ ହେଉଛି ସୁଦୂରପ୍ରସାରୀ (long range); ଅର୍ଥାତ୍ ଏଗୁଡ଼ିକ ବହୁତ ଦୂର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କାମ କରିଥାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ ଦୃଢ ନାଭିକୀୟ ବଳ ଏବଂ କ୍ଷୀଣ ନାଭିକୀୟ ବଳ ହେଉଛି ଅଦୂର ପ୍ରଭାବୀ (short range) । ଆମ ଆଲୋଚିତ ପରମାଣୁରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କାମ କରିନଥାଏ; ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ ତିନୋଟି ବଳର ପ୍ରଭାବ ପରମାଣୁରେ ଅନୁଭୂତ ହେଉଥାଏ ।

ମହାକର୍ଷଣ ବଳ

ଇଂରେଜୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ନିୟମକୁ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ଏହି ନିୟମ ହେଉଛି, 'ବିଶ୍ୱରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ଆକର୍ଷଣ କରିଥାଏ । ଆକର୍ଷଣ ବଳ ବସ୍ତୁ ଦୁଇଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ବସ୍ତୁ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ

ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ' । ଗାଣିତିକ ଉପାୟରେ ଏହାକୁ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।



ଚିତ୍ର-୩୪: ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

ଏଠାରେ, F = ମହାକର୍ଷଣ ବଳ

m_1, m_2 = ବସ୍ତୁ ଦୁଇଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

r = ବସ୍ତୁ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା

G = ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ

G ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 6.67×10^{-11} ନିଉଟନ୍ × (ମି.)² / (କି.ଗ୍ରା.)² ଏବଂ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ସମାନ । ଆମେ ଉପରକୁ ଢେଳାଟିଏ ଫିଙ୍ଗିଲେ, ଏହା ତଳକୁ ଖସିପଡୁଛି । ଏହାର ମୂଳରେ ଅଛି ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଯାହା ମଧ୍ୟ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ନାମରେ ଜଣା । ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଯୋଗୁଁ ସୌରଜଗତର ଗ୍ରହଗୁଡ଼ିକ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପାଖରେ ଘୂରୁଛନ୍ତି ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ

ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳକୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ସୂତ୍ର ଭଳି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଯଦି ଦୁଇଟି କଣିକାର ଚାର୍ଜ q_1 ଓ q_2 ହୁଏ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା r ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$F_e = k\frac{q_1q_2}{r^2}$$

ଏଠାରେ k ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (constant) ଏବଂ ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ କଣିକା ଦୁଇଟି ରହିଛି, ଏହା ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହୃତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଉପକରଣର ବ୍ୟବହାର ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତି ଯୋଗୁଁ ସମ୍ଭବ ହେଉଛି । ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ ଯୋଗୁଁ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ନାଭିକ ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଛନ୍ତି । ନାଭିକର ନିକଟତମ କକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ରେ ଏହାପର କକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ବଳ କାମ କରିଥାଏ

(ଏହା ଉପର ସୂତ୍ରରୁ ମଧ୍ୟ ଜଣାଯିବ) । ସବୁଠାରୁ ଶେଷ କକ୍ଷ ବା ସେଲ୍‌ରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଅଧିକ ଭାବରେ ଢିଲା ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ପରମାଣୁର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତିକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିଥାଏ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ସର୍ବଦା ଆକର୍ଷଣ ହୋଇଥିବାବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳ ଉଭୟ ଆକର୍ଷଣ କିମ୍ବା ବିକର୍ଷଣ ହୋଇଥାଏ ।

ଦୃଢ ଆଣବିକ ବଳ

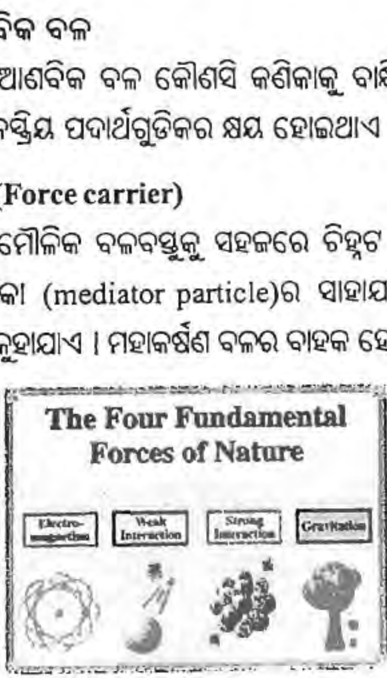
ନାଭିକ ମଧ୍ୟରେ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ଗୁଡିକ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରି ଅଲଗା ହୋଇଯିବା କଥା । ମାତ୍ର ଏପରି ହେଉନାହିଁ । ଦୃଢ ଆଣବିକ ବଳ ବିକର୍ଷଣ ବଳକୁ ପ୍ରତିହତ କରି ନାଭିକ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ଗୁଡିକୁ ବାନ୍ଧି ଏକାଠି ରଖିଥାଏ । ଏହି ବଳ ଯୋଗୁଁ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟ ନାଭିକ ମଧ୍ୟରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଏହି ବଳ ବହୁତ ଶକ୍ତିଶାଳୀ, ମାତ୍ର ଏହା ଅଳ୍ପ ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

କ୍ଷୀଣ ଆଣବିକ ବଳ

କ୍ଷୀଣ ଆଣବିକ ବଳ କୌଣସି କଣିକାକୁ ବାନ୍ଧି ରଖିପାରେ ନାହିଁ । ଏହା ଯୋଗୁଁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର କ୍ଷୟ ହୋଇଥାଏ ।

ବଳବାହକ(Force carrier)

ଚାରି ମୌଳିକ ବଳବସ୍ତୁକୁ ସହଜରେ ଚିହ୍ନଟ ଓ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ପାଇଁ ମଧ୍ୟସ୍ଥି କଣିକା (mediator particle)ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇଛି । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ବଳବାହକ କୁହାଯାଏ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ବାହକ ହେଉଛି ଗ୍ରାଭିଟନ୍ (graviton)



[ଚିତ୍ର-୨୨: ଚାରି ମୌଳିକ ବଳ]

ଏବଂ ଏହାର ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (rest mass) ହେଉଛି ଶୂନ । ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ବଳର ବାହକ ହେଉଛି ଫୋଟନ୍ ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ହେଉଛି ଶୂନ । ଦୃଢ଼ ଆଣବିକ ବଳର ବାହକ ହେଉଛି ଗ୍ଲୁଅନ୍ (gluon) ନାମକ କଣିକା ଯାହାର ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଶୂନ । ପୁନଶ୍ଚ ଆଠ ପ୍ରକାରର ଗ୍ଲୁଅନ୍ କଣିକା ଅଛି । କ୍ଷୀଣ ଆଣବିକ ବଳର ବାହକ ହେଉଛି ତିନୋଟି କଣିକା । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି W^+,W^- ଓ Z^0 କଣିକା । ସେଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ ହେଉଛନ୍ତି ଧନାତ୍ମକ, ଋଣାତ୍ମକ ଓ ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକା । ଏହିସବୁ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବିଶଦ ଆଲୋଚନା ଏଠାରେ କରାଯାଉନାହିଁ । ଏହି ଜଟିଳ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ବୁଝିବା ପାଇଁ ଉଚ୍ଚତର ଶିକ୍ଷା ଦରକାର । ଚାରି ବଳର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସୂଚନା ସାରଣୀ-3 ରେ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ-3: ଚତୁର୍ବିଧ ମୌଳିକ ବଳ

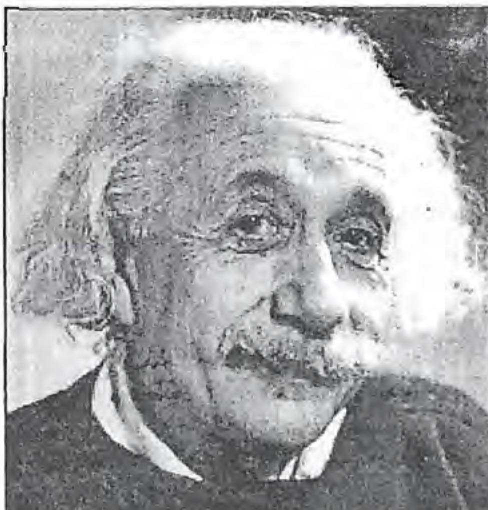
ବଳ	ବଳ ବାହକ କଣିକା	ବ୍ୟାପ୍ତି (ମିଟର)	ଆପେକ୍ଷିକ ଶକ୍ତି
ଦୃଢ଼ ଆଣବିକ	ଗ୍ଲୁଅନ୍	10^{-15}	10^{38}
ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ	ଫୋଟନ୍	∞	10^{36}
କ୍ଷୀଣ ଆଣବିକ	W ଓ Z ବୋସୋନ୍	10^{-18}	10^{25}
ମହାକର୍ଷଣ	ଗ୍ରାଭିଟନ୍	∞	1

ଚତୁର୍ବିଧ ବଳର ଏକତ୍ରୀକରଣ:- ଚାରିଟିଯାକ ମୌଳିକ ବଳକୁ ଏକାଠି କରି ଗୋଟିଏ ସୂତ୍ରରେ ବାନ୍ଧି ରଖିବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଚେଷ୍ଟା ଚଳାଇଛନ୍ତି । ଏପରିକି ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ତାଙ୍କ ଜୀବନର ଶେଷ 25ବର୍ଷ ଏହା ଉପରେ କାମ କରି ମଧ୍ୟ ସଫଳ ହୋଇପାରିନଥିଲେ । ଏହି ଚାରିଟି ବଳର ଏକତ୍ରୀକରଣକୁ ଏକୀକୃତ ତତ୍ତ୍ୱ (unified theory) କୁହାଯାଏ । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ତିନି ବଳକୁ ଗୋଟିଏ ଗାଣିତିକ ସମୀକରଣରେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିଛନ୍ତି । ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଏଥିରେ ମିଶାଇ ଗୋଟିଏ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକାଶ ପାଇଛି ଯାହା ସମସ୍ତଙ୍କର ଗ୍ରହଣୀୟ ହୋଇପାରିନାହିଁ । ଏହା ରଜ୍ଜୁତତ୍ତ୍ୱ (String theory) ନାମରେ ଜଣା ।

ନାଭିକର ଶକ୍ତି

ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆମେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଆଚରଣ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜାଣିଲେ ଏବଂ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଏହା କିପରି ଦାୟୀ, ତାହା ଜାଣିଲେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ନାଭିକର ଆଚରଣକୁ ଦେଖିବା ।

ଆଗରୁ କୁହାଯାଉଛି ଯେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥିବା ନାଭିକରେ ଅଛି । ପ୍ରୋଟୋନ୍ ହେଉଛି ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ କଣିକା ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକା । ଆମେ ମଧ୍ୟ ଜାଣିଛେ ଯେ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ବିକର୍ଷଣ ବଳକୁ ପ୍ରତିହତ କରି ନାଭିକରେ 'ଦୃଢ ଆଣବିକ ବଳ' ସେଗୁଡିକୁ ଏକାଠି ରଖିପାରିଛି । ଏହି ବଳ ଏକ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିରୁ



[ଚିତ୍ର-40: ଆଲବର୍ଟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍]

ଆସିଥାଏ । ଏହି ଶକ୍ତିକୁ ନାଭିକର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି (binding energy) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଶକ୍ତି ପୁଣି କେଉଁଠୁ ଆସେ ?

ଗତ ଶତାବ୍ଦୀର ବିଶିଷ୍ଟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସିଦ୍ଧ ଆପେକ୍ଷିକତା ତତ୍ତ୍ୱର ଏକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରୁ ଏହା ଜଣାପଡେ । ଏହି ଅନୁଯାୟୀ ବସ୍ତୁ ଓ ଶକ୍ତି ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ମୁଦ୍ରାର ଦୁଇ ପାର୍ଶ୍ୱ ସଦୃଶ । ବସ୍ତୁକୁ ଶକ୍ତିରେ ଏବଂ ଶକ୍ତିକୁ ବସ୍ତୁରେ ପରିଣତ କରିହେବ । ସେ ଏହି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଦେଇଥିବା ସମୀକରଣକୁ ବିଜ୍ଞାନ ଇତିହାସରେ ଶ୍ରେଷ୍ଠ ସମୀକରଣର ମାନ୍ୟତା ଦିଆଯାଇଛି । ଏହା ହେଉଛି,

$$E = mc^2$$

ଅର୍ଥାତ୍, ଶକ୍ତି = ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ଆଲୋକ ବେଗର ବର୍ଗ ।

ଏଥିରୁ ପରମାଣୁର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ମିଳିଯିବ । ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ନାଭିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏଥିରେ ଥିବା ମୋଟ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ କମ୍ । ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏହି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି ଯାହା ନାଭିକ ଭିତରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଏକାଠି ରଖିପାରିଛି । ଆଲୋକର ବେଗ ହେଉଛି ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି ୩୦୦,୦୦୦ କି.ମି । ଏଣୁ ଅଳ୍ପ ଟିକିଏ ବସ୍ତୁରୁ କେତେ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ, ତାହା ଅନୁମେୟ ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା

କୌଣସି ପରମାଣୁର ନାଭିକ ସ୍ୱୟଂକ୍ରିୟଭାବେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହରାଇବାକୁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା (radioactivity) କୁହାଯାଏ । ଏହା ଏକ ନାଭିକୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା (nuclear reaction) । ଏଥିରୁ ନିର୍ଗତ ବସ୍ତୁ ବିଭିନ୍ନ କଣିକା କିମ୍ବା ରଶ୍ମି ଆକାରରେ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ପ୍ରକାର ନିର୍ଗତକୁ ବିକିରଣ (radiation) କୁହାଯାଏ । ବିକିରଣ ପରେ ମୂଳ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ନାଭିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହ୍ରାସ ହୋଇ ଏହା ଅନ୍ୟ ଏକ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ବିଜ୍ଞାନ ଭାଷାରେ ଏହାକୁ ଅବକ୍ଷୟ (decay) କୁହାଯାଏ । ମୂଳ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ନାଭିକ ଅସ୍ଥିର ଥାଏ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହରାଇ ନାଭିକଟି ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାକୁ ଆସିଲେ ଏଥିରୁ ଆଉ ବସ୍ତୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହା ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ହରାଇଥାଏ ।

ଆବିଷ୍କାର

ଫରାସୀ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଆଣ୍ଟୋନି ହେନରି ବେକରେଲ୍ ୧୮୨୬ ମସିହାରେ ପ୍ରଥମେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଯେ ୟୁରାନିୟମ୍‌ଠାରୁ ଗୋଟିଏ ଫଟୋଗ୍ରାଫିକ୍ ପ୍ଲେଟ୍ କାଚ କିମ୍ବା କଳା କାଗଜଦ୍ୱାରା ଅଲଗା ରହିଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିକୁ ୟୁରାନିୟମ୍ କଳା କରିଦେଲା । ସେ ମଧ୍ୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଯେ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିକୁ କଳା କରି ଦେଉଥିବା ୟୁରାନିୟମ୍‌ରୁ ନିର୍ଗତ ରଶ୍ମି ମଧ୍ୟ ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିକ୍ଷେପ (electroscope)କୁ ଚାର୍ଜରହିତ (discharge) କରି ଦେଉଛି । ଏଥିରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ଏହି ରଶ୍ମିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ରହିଛି ।

୧୮୨୮ ମସିହାରେ ଫରାସୀ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ମେରି କ୍ୟୁରି ଓ ପିଏରି କ୍ୟୁରି ପ୍ରମାଣ କଲେ ଯେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ପରିଘଟଣା (phenomenon) ପରମାଣୁ ସହ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ । ଏହାର ପରମାଣୁର ଭୌତିକ କିମ୍ବା ରାସାୟନିକ ଅବସ୍ଥା ସହ ସଂପର୍କ

ନାହିଁ । ସେମାନେ ମଧ୍ୟ ମତ ଦେଲେ ଯେ ବେକରେଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରିଥିବା ୟୁରାନିୟମ୍ ଲବଣ ଅପେକ୍ଷା ୟୁରାନିୟମ୍ ଥିବା ଆକରିକ (ore) ପିଚ୍‌ବ୍ଲେଣ୍ଡ (pitch blende) ରେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତାର ତୀବ୍ରତା ଅଧିକ ଥିବାରୁ ଏହି ଆକରିକରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥ ନିଶ୍ଚୟ ରହିଛି । ସେମାନେ ପିଚ୍‌ବ୍ଲେଣ୍ଡରେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦୁଇଟି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ଏହି ଦୁଇଟି ହେଉଛି ପୋଲୋନିୟମ୍ ଓ ରେଡିୟମ୍ । ମେରି କ୍ୟୁରି ଆବିଷ୍କାର କଲେ ଯେ ଥୋରିୟମ୍ ମଧ୍ୟ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ।

୧୮୯୯ ମସିହାରେ ଅନ୍ୟତମ ଫରାସୀ ରସାୟନବିଜ୍ଞାନୀ ଆନ୍ଦ୍ରେ ଲୁଇସ୍ ଡ଼େବଏର୍ଣ୍ଣେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ ଆକ୍‌ଟିନିୟମ୍ ଏବଂ ସେହି ବର୍ଷ ଇଂରେଜୀ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ଆର୍ଣ୍ଣଷ୍ଟ୍ ରୁଥରଫୋର୍ଡ ଓ ଫ୍ରେଡ଼େରିକ୍ ସୋଡି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଗ୍ୟାସ୍ ରେଡନ୍ ଆବିଷ୍କାର କଲେ ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ମେରି କ୍ୟୁରି, ପିଏରି କ୍ୟୁରି ଓ ହେନେରି ବେକରେଲ୍‌ଙ୍କୁ 1903 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟତାର କାରଣ

ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ଖୁବ୍ ଅଳ୍ପ ଜାଗାରେ ରହିଥାଏ । ଏଗୁଡିକୁ ସେହି ସ୍ୱଳ୍ପ ସ୍ଥାନରେ ଧରି ରଖିବା ପାଇଁ କିଛି ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକର ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଏହାର ନାଭିକରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଥାଏ, ଯାହା ଏହାକୁ ଅସ୍ଥିର (unstable) କରେ । ଏହି ଶକ୍ତିକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ନିର୍ଗତ କରି ତାହା ସ୍ଥିର (stable) ପରମାଣୁରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବିକିରଣର ପ୍ରକାରଭେଦ

ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥରୁ ଅନବରତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଗତ ହେଉଥାଏ । ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥରୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିକିରଣ ହୁଏ ।

(କ) ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା

ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଦୁଇଟି ନିଉଟ୍ରନ୍‌କୁ ନେଇ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ଗଠିତ । ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁର ନାଭିକ ସହ ଏହା ସମାନ । ଏହା କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ବେଶି ଦୂର ଯାଇପାରେ ନାହିଁ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଭିତରେ ଏହା ଏକ ସେଣ୍ଟିମିଟରର ହଜାର ଭାଗରୁ ଏକ ଭାଗ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଇପାରେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଋଣାତ୍ମକ ମେରୁ ଆଡକୁ ଆକର୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ । ଏଣୁ ଏଥିରେ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ରହିଛି । ୧୮୨୨ ମସିହାରେ ରୁଥରଫୋର୍ଡ ଏହାକୁ ପ୍ରଥମେ ଚିହ୍ନଟ କରିଥିଲେ । ଆଲ୍‌ଫା ବିକିରଣ ପରେ ମୂଳ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଟି ଅନ୍ୟ ଏକ କମ୍ ପାରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ସଂପନ୍ନ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ୟୁରାନିୟମ୍ 238କୁ ନିଆଯାଉ । ଏହାର ନାଭିକରେ ୨2ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଅଛି । ଏଣୁ ଏହାର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି ୨2 । ଗୋଟିଏ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ନିର୍ଗତ କରିବା ପରେ ଏହାର ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଚାରି ହ୍ରାସ ପାଇଲା । ଅବକ୍ଷୟଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ନୂତନ ପଦାର୍ଥର ପରମାଣୁରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ୨0ଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ରହିଲା ଓ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 234 ହେଲା । ଏହା ହେଉଛି ୨0 ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ସଂପନ୍ନ ଥୋରିୟମ୍‌ର ଏକ ସମସ୍ଥାନିକ ।

(ଖ) ବିଟା କଣିକା

ବିଟା କଣିକା ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ସମତୁଲ୍ୟ ଅଟେ । ଏହା କଠିନ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାର 100 ଗୁଣ ଅଧିକ ବାଟ ଗତିକରିପାରେ । ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଏହି କଣିକାକୁ ୧୮୨୪ ମସିହାରେ ବେକରେଲ୍ ପ୍ରଥମେ ଚିହ୍ନଟ କରିଥିଲେ ।

ବିଟାଜନିତ ଅବକ୍ଷୟପରେ ନାଭିକରେ ଗୋଟିଏ ଅଧିକ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ରହେ । ଫଳରେ ଏହା ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଥୋରିୟମ୍-234 ଗୋଟିଏ ବିଟା କଣିକା ନିର୍ଗତ କରିବା କଥା ବିଚାର କରାଯାଉ । ବିଟା କଣିକା ହେଉଛି ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅତି ନଗଣ୍ୟ । ଥୋରିୟମ୍‌ର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ହେଲା ୨0 । ଏଣୁ ବିଟା ଅବକ୍ଷୟ ପରେ ଏହାର ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗୋଟିଏ ବଢ଼ିଯାଏ ଏବଂ ତହିଁରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ନୂତନ

ପରମାଣୁର ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ୨୧ ହୁଏ । ବିଟା କଣିକାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନଗଣ୍ୟ ଥିବାରୁ ନୂତନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସମାନ ରହେ । ଏହି ନୂତନ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥଟି ହେଲା ପ୍ରୋଟାକ୍‌ଟିନିୟମ୍-234 ।

(ଗ) ଗାମା ବିକିରଣ

ଗାମା ରଶ୍ମି ହେଉଛି ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ ଫୋଟନ୍ । ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବିକିରଣ ଭାବରେ ଏହା କେତେକ ପଦାର୍ଥରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ମୂଳ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ହୁଏ । ଗାମା ରଶ୍ମିର କୌଣସି ଚାର୍ଜ କିମ୍ବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନାହିଁ । ଏକ୍ସ-ରଶ୍ମି ଗୁଣ ସହିତ ଏହାର ଗୁଣ ସମାନ । କେବଳ ଏହାର ଶକ୍ତି ଅଧିକ । ଏହା ଆଲୋକ ପରି ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ସମସ୍ଥାନିକ ପଦାର୍ଥର ନିଜର ବିଶେଷ ପ୍ରକାର ଗାମା ରଶ୍ମି ଶକ୍ତି ଥାଏ । ୧୨00 ମସିହାରେ ଫରାସୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ପଲ୍ ଭିଲାର୍ଡ ଏହାକୁ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ।

ସାଧାରଣତଃ ଆଲ୍‌ଫା କିମ୍ବା ବିଟା କଣିକା ନିର୍ଗତ ସହିତ ଗାମା ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଗାମା ରଶ୍ମିର କୌଣସି ବସ୍ତୁତ୍ୱ କିମ୍ବା ଚାର୍ଜ ନ ଥିବାରୁ ଏହା ନାଭିକର ଗୁଣରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିନଥାଏ । ଏହା କେବଳ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବିକିରଣ ଶକ୍ତି (radiant energy) ହ୍ରାସ କରାଇଥାଏ । ଆଲ୍‌ଫା କିମ୍ବା ବିଟା କଣିକା ନିର୍ଗତ ପରେ ନାଭିକର ଅସ୍ଥିରତାକୁ ଲାଘବ କରିବା ପାଇଁ ଗାମା ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ଅଳ୍ପ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗାମା ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତ ନ ହୋଇ କେବଳ ଆଲ୍‌ଫା କିମ୍ବା ବିଟା କଣିକା ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବାର ଜଣାପଡ଼ିଛି । ସେହିପରି କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କେବଳ ଗାମା ରଶ୍ମି ମଧ୍ୟ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

(ଘ) ପଜିଟ୍ରନ୍ ବିକିରଣ

ପଜିଟ୍ରନ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ସମସ୍ତ ଗୁଣ ଅଛି । କେବଳ ଏହା ହେଉଛି ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ । କେତେକ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁ ପଜିଟ୍ରନ୍ ବିକିରଣ କରିଥାଆନ୍ତି । ଏହିପ୍ରକାର ଅବକ୍ଷୟରେ ପରମାଣୁର ନାଭିକରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ ଗୋଟିଏ ପଜିଟ୍ରନ୍ ଓ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରିନୋ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ମୂଳ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର

ପରମାଣୁରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଗୋଟିଏ କମିଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଏକ ନୂତନ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ କେହି କେହି ବିଟା କଣିକା ନିର୍ଗତ ମଧ୍ୟ କହିଥାଆନ୍ତି । ସାଧାରଣ ଋଣାତ୍ମକ ବିଟା ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତଠାରୁ ଏହାକୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ଏହାକୁ ବିଟା-ଯୁକ୍ତ (beta-plus) ନିର୍ଗମନ କୁହାଯାଏ ।

(ଙ) କେ-ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅବକ୍ଷୟ

ଏହିପ୍ରକାର ଅବକ୍ଷୟରେ ନାଭିକ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କୁ ଧରି ନେଇ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌କୁ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ରେ ପରିଣତ କରେ । ଫଳରେ ପରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା ଏକ ହ୍ରାସ ପାଇ ନୂତନ ପରମାଣୁ ଗଠିତ ହୁଏ । ପରମାଣୁ କକ୍ଷରୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ହଟିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଏକ୍ସ-ରଶ୍ମି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ଏବଂ ଫଳରେ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଜାଣିହୁଏ ।

ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ (Half-Life)

ପରମାଣୁ ଅବକ୍ଷୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଯେଉଁ ସମୟରେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ ମୂଳ ପରିମାଣର ଅଧା ହୋଇଯାଏ, ସେହି ସମୟକୁ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ ଅଲଗା ଅଲଗା, ମାତ୍ର ସୁନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଏକ ସେକେଣ୍ଡରୁ କମ୍ ହୋଇଥିବାବେଳେ ଅନ୍ୟ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇପାରେ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ୟୁରାନିୟମ୍-238ର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ 450 କୋଟି ବର୍ଷ ହୋଇଥିବାବେଳେ ପୋଲୋନିୟମ୍-214 କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ହେଉଛି ମାତ୍ର 0.00002 ସେକେଣ୍ଡ ।

କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା

ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀରେ ବିସ୍‌ମଥ୍ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମସ୍ତ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ସମସ୍ଥାନିକ ହେଉଛି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଏବଂ ପ୍ରାକୃତିକଭାବେ ବିସ୍‌ମଥ୍, ଥାଲିୟମ୍, ଭାନାଡିୟମ୍, ଇଣ୍ଡିୟମ୍, ନିଓଡାଇମିୟମ୍, ଗାଡୋଲିନିୟମ୍, ହାଫନିୟମ୍, ପ୍ଲାଟିନମ୍, ସୀସା, ରେଡିୟମ୍, ଲୁଟେନିୟମ୍, ରୁବିଡିୟମ୍, ପୋଟାସିୟମ୍, ଉଦଜାନ, କାର୍ବନ୍, ଲାନ୍ଥାନମ୍ ଓ ସମରିୟମ୍ ଆଦି ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ସମସ୍ଥାନିକ ଅଛି ।

୧୯୧୯ ମସିହାରେ ରୁଥରଫୋର୍ଡ ସାଧାରଣ ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁ ସହିତ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ସଂଘର୍ଷ କରାଇ ଦେଖିଲେ ଯେ ଏହାର ନାଭିକ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ଗ୍ରହଣ କରି ଏକ ସ୍ଥିର ଅମ୍ଳଜାନ-17 ସମସ୍ଥାନିକରେ ପରିଣତ ହେଲା ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ନିର୍ଗତ ହେଲା । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

$$_7N^{14} + {}_2He^4 \rightarrow {}_8O^{17} + {}_1H^1$$

ଏଠାରେ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାକୁ ହିଲିୟମ୍ ଓ ପ୍ରୋଟୋନ୍‌କୁ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ଭାବରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଫରାସୀ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଆଇରିନ୍ ଓ ଫ୍ରେଡେରିକ୍ ଜୋଲିଏଟ୍ କ୍ୟୁରି ୧୯୩୩ ମସିହାରେ ପ୍ରଥମେ କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ସେମାନେ ଆଲୁମିନିୟମ୍ ସହ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ସଂଘର୍ଷ କରାଇ ଗନ୍ଧକ (ଫସଫରସ୍)ର ଏକ ସମସ୍ଥାନିକ ପାଇଲେ । ଏହି ସମସ୍ଥାନିକଟି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଥିଲା ଏବଂ ପଜିଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ କରି କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହେଲା । ଏହାର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ କମ୍ ଥିଲା । ସେମାନେ ମଧ୍ୟ ବୋରୋନ୍‌ରୁ ଯବକ୍ଷାରଜାନର ସମସ୍ଥାନିକ ଓ ମାଗ୍ନେସିୟମ୍‌ରୁ ଆଲୁମିନିୟମ୍‌ର ସମସ୍ଥାନିକ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥିଲେ । କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ଦୁହିଁଙ୍କୁ ୧୯୩୫ ମସିହାରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା । ଏହାପର ଠାରୁ ଅନେକ କୃତ୍ରିମ ସମସ୍ଥାନିକ ଉଦ୍ଭାବିତ ହେଲାଣି । ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରଣୀର ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥରେ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା, ପ୍ରୋଟୋନ୍, ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ ଡିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଘର୍ଷ କରାଇବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାୟ ଚାରି ଶହରୁ ଅଧିକ କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁ ମିଳିଲାଣି ।

କୃତ୍ରିମ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁ ମାନବ ସମାଜର ଅନେକ କାମରେ ଆସୁଛି । ଏହା କୃଷି, ସ୍ୱାସ୍ଥ୍ୟ, କଳ କାରଖାନାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି । କାର୍ବନ୍-14 ସମସ୍ଥାନିକ ଦ୍ୱାରା ପୁରାତନ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କ କାଳ ନିରୂପଣ କରାଯାଇପାରୁଛି ।

ଆଣବିକ ବିଭାଜନ

ବଡ଼ ଅସ୍ଥିର ନାଭିକଗୁଡ଼ିକ ଆପେ ଆପେ ଛୋଟ ନାଭିକରେ ଭାଙ୍ଗିଯିବାର ପ୍ରବୃତ୍ତି ଅଛି । କୃତ୍ରିମ ଉପାୟରେ ମଧ୍ୟ ଅତି ଛୋଟ କଣିକା ସହ ସଂଘର୍ଷ କରାଇ ଏଗୁଡିକୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ନାଭିକରେ ବିଭାଜନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଏହିପରି ଭାବେ ଭାଗ ଭାଗ କରିବାକୁ ଆଣବିକ ବିଭାଜନ (nuclear fission) କୁହାଯାଏ । ଜର୍ମାନୀର ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଅଟ୍ଟୋ ହାନ୍ ୧୯୩୮ ମସିହାରେ ପ୍ରଥମେ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ସହ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସଂଘର୍ଷ କରି ଆଣବିକ ବିଭାଜନ କରିଥିଲେ । ସେଥିପାଇଁ ତାଙ୍କୁ 1944 ମସିହାରେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ନାଭିକକୁ ଆମେ କାହିଁକି ବିଭାଜନ କରୁଛେ ? ଏହି ବିଭାଜନରୁ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ମିଳିଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ୟୁରାନିୟମ୍ ନାଭିକକୁ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସହ ସଂଘର୍ଷ କରି ଏହାକୁ ଦୁଇଟି ଛୋଟ ନାଭିକ କ୍ରିପଟନ୍ ଓ ବେରିୟମ୍‌ରେ ଭାଗ କରାଯାଏ ।



[ଚିତ୍ର-41: ଆଣବିକ ବିଭାଜନ]

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କେତୋଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହେବା ସହ ଆଇନଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ବସ୍ତୁ-ଶକ୍ତି ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରମାଣୁକୁ କିପରି ଭାଙ୍ଗନ୍ତି ? ସାଧାରଣତଃ ନିଉଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟୋନ୍ କିମ୍ବା ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାକୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏକପ୍ରକାର ପରମାଣୁ ବୁଲେଟ୍ ବା ଗୁଳି ଭଳି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ନିଉଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଉତ୍ତମ ପରମାଣୁ-ବୁଲେଟ୍, କାରଣ ଏହାର କୌଣସି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଚାର୍ଜ ନାହିଁ । ଏହି କାରଣରୁ ଏହା ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ଅପେକ୍ଷା ଅତି ସହଜରେ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ନାଭିକରେ ପ୍ରବେଶ କରି ତାକୁ ଭାଙ୍ଗି ଦେଇଥାଏ ।

ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ ଯଦି ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରୋଟୋନ୍ କିମ୍ବା ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଏଗୁଡ଼ିକ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜବିଶିଷ୍ଟ ନାଭିକଦ୍ୱାରା ବିକର୍ଷିତ ହେବେ । ଅବଶ୍ୟ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାକୁ ପରମାଣୁ-ବୁଲେଟ୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରିବା ଜରୁରୀ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ନାଭିକରେ ପ୍ରବେଶ ପୂର୍ବରୁ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଅତି ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଗତି କରାଇବାକୁ ହୋଇଥାଏ । କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ବେଗକୁ ବଢାଇବା ପାଇଁ କଣିକାତ୍ୱରକ ବା ସାଇକ୍ଲୋଟ୍ରୋନ୍ (cyclotron) ନାମକ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ ।

ଦୁଇଟି ଫମ୍ପା ଅର୍ଦ୍ଧବୃତ୍ତାକାର ଧାତବ ବାକ୍ସ D_1 ଓ D_2 (ଚିତ୍ର-42)କୁ ନେଇ ସାଇକ୍ଲୋଟ୍ରୋନ୍ ଗଠିତ । ବାକ୍ସ ଦୁଇଟିକୁ 'ଡ଼ିସ୍' କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ଭାକ୍ୟୁମ୍ କୋଠରୀ C ଭିତରେ ବାକ୍ସ ଦୁଇଟି ଥାଏ । ଏହି ଭାକ୍ୟୁମ୍ କୋଠରିଟି ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକର ଦୁଇ ମେରୁ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଧାତବ ବାକ୍ସ ପ୍ରତି ସମକୋଣରେ ଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏହା ସମାନଭାବେ (uniform) ଥାଏ । ବାକ୍ସ ଦୁଇଟି ଗୋଟିଏ ଦୋଳକ (oscillator) ସହ ସଂପୃକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଦୋଳକଟି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିରେ (high frequency) ଦୋଳାୟିତ ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ ଏହା ଚୁମ୍ବକୀୟ ରେଖାକୁ କାଟୁଥିବାରୁ ଫାରାଡେଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରେରଣ (electromagnetic induction) ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଧାତବ ବାକ୍ସରେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ (alternating) ବିଦ୍ୟୁତ୍

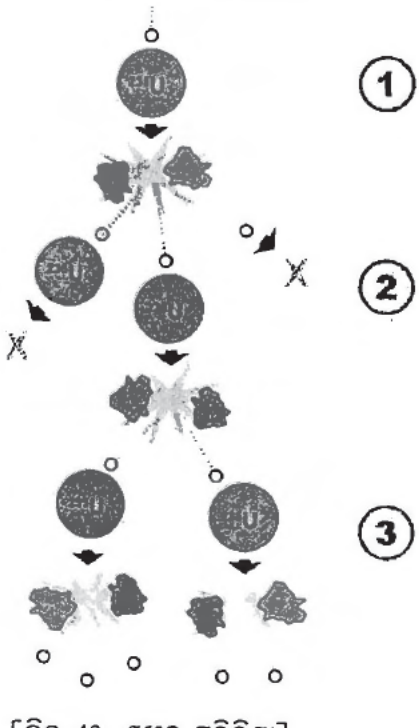
ବିଭବ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ବାକ୍ସ ଧନାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ହେଲେ ଅନ୍ୟଟି ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ହୋଇଥାଏ । ଦୋଳକର ଆବୃତ୍ତି ଅନୁଯାୟୀ ବାକ୍ସ ଦ୍ୱୟର ଚାର୍ଜ ମଧ୍ୟ ଧନାତ୍ମକ ଓ ଋଣାତ୍ମକ ଭାବେ ବଦଳୁଥାଏ । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ ବାକ୍ସ ଦୁଇଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଅଗ୍ର (electrode) ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କାରିଥାଏ ।

ଦୁଇ ବାକ୍ସ ମଝିରେ (S) ଧନାତ୍ମକ ଆୟନ୍ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ମନେକର ଏହି ଆୟନ୍ ସୃଷ୍ଟିବେଳେ D_1 ରେ ଋଣାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଅଛି । ଫଳରେ ଆୟନ୍ ଏହା ଆଡକୁ ଗତି କରିଥାଏ । ଏହା ଭିତରକୁ ଯିବାପରେ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରଭାବରେ ଏହା ବୃତ୍ତୀୟ ପଥରେ ଗତି କରିଥାଏ । ଏହି ସମୟରେ ଏହା ଉପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର କୌଣସି ପ୍ରକାର ପ୍ରଭାବ ପକାଇ ନଥାଏ । ଯଦି D_1 ରୁ ଏହା ବାହାରିବାବେଳେ D_2 ଋଣାତ୍ମକ ହୋଇଯାଏ, ତାହା ହେଲେ ଆୟନ୍ D_1 ରୁ D_2 କୁ ତ୍ୱରିତ ହୁଏ । ଏହା D_2 ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତରେ ଗତି କରିଥାଏ । D_2 ରୁ ବାହାରିବା ବେଳେ ପୁନଶ୍ଚ D_1 ଋଣାତ୍ମକ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଆୟନ୍ D_1 ଭିତରକୁ ଯାଇଥାଏ । ଏହିପରି ଏହା ଗୋଟିଏ ବାକ୍ସରୁ ଅନ୍ୟ ବାକ୍ସକୁ ଯାଉଥାଏ । ମାତ୍ର ଆୟନ୍ ବାକ୍ସର ପରିଧିରେ ପହଞ୍ଚିଗଲେ ଋଣାତ୍ମକ ବିଭବ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବିକ୍ଷେପଣ ପ୍ଲେଟ୍ (deflecting plate) P ଦ୍ୱାରା ଆକର୍ଷିତ ହୋଇ ଲକ୍ଷ୍ୟସ୍ଥଳ (target) ସହ ସଂଘର୍ଷ ଘଟାଏ । ସଂକ୍ଷେପରେ କହିଲେ, ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଆୟନ୍‌କୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଯିବା ପାଇଁ ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶନ (guidance) ଦିଏ ଏବଂ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବଳ ଏହାର ବେଗକୁ ବୃଦ୍ଧି କରିଥାଏ । ଫଳରେ ଆୟନ୍ ପଥ ଗୋଟିଏ ଆବର୍ତ୍ତକ (spiral) ର ରୂପ ନେଇଥାଏ ।

ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ସହ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଘର୍ଷ ହୁଏ, ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି ଛୋଟ ପାରମାଣୁରେ ଭାଗ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କେତୋଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

ୟୁରାନିୟମ୍ + ନିଉଟ୍ରନ୍ = କ୍ରିପ୍‌ଟନ୍ + ବେରିୟମ୍ + 3 ନିଉଟ୍ରନ୍ + ଶକ୍ତି



[ଚିତ୍ର-43: ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା]

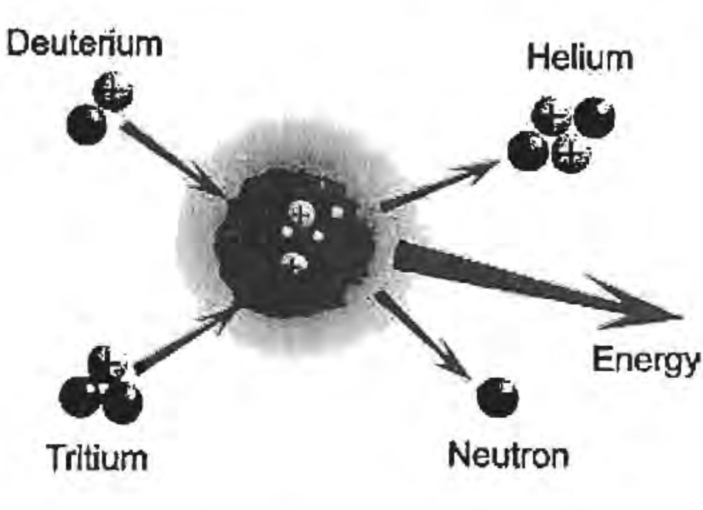
ଯଦି ଏହା ପାଖରେ ଅନେକଗୁଡିଏ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ଅଛି, ତାହାହେଲେ କ'ଣ ହେବ ? ପ୍ରଥମ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ବିଭାଜନରୁ ନିର୍ଗତ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ନିକଟରେ ଥିବା ଅନ୍ୟ କେତୋଟି ପରମାଣୁ ସହ ସଂଘର୍ଷ କରିବ । ଫଳରେ ସେହି ପରମାଣୁଗୁଡିକର ବିଭାଜନ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଆହୁରି କେତେକ ନିଉଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହେବ । ଏହି ନିଉଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ପୁନଶ୍ଚ ଆହୁରି କେତେକ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ସହ ସଂଘର୍ଷ ହେବ । ଏହିପରି ଭାବରେ ଏହି ଦ୍ରୁତ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ବାରମ୍ବାର ପୁନରାବୃତ୍ତି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଅତି ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରମାଣୁର ବିଭାଜନ ହୋଇଯାଇଥାଏ । ଏହାକୁ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (chain reaction) କୁହାଯାଏ ।

ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ତା' ନିଜ ବାଟରେ ଛାଡିଦେଲେ ଏଥିରୁ ଏତେ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହେବ ଯେ ତାକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ଅସମ୍ଭବ ହେବ । ପରମାଣୁ ବୋମା ଏହି ନିୟମରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ସୌଭାଗ୍ୟବଶତଃ, ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ କିପରି ମନ୍ଥର କରି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିହେବ, ତାହା ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଜାଣି ପାରିଛନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟର ବା ଚୁଲ୍ଲୀରେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରାଯାଏ । ଏହାକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ପାଇଁ ମନ୍ଦକ (moderator) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ (କାର୍ବନ୍‌ର ଏକ ରୂପ) ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ମନ୍ଦକ । ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରରେ ୟୁରାନିୟମ୍ ଦଣ୍ଡ ଚାରିପଟେ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ଆଣବିକ ବିଭାଜନରୁ ନିର୍ଗତ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ବେଗକୁ ହ୍ରାସ କରିଦିଏ । ପୁନଶ୍ଚ ଅଧିକ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ପାଇଁ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣକାରୀ ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ମିତ ଦଣ୍ଡକୁ ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟର ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଇଥାଏ ।

ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ

ଅନ୍ୟ ଏକ ଉପାୟରେ ମଧ୍ୟ ଆଣବିକ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିହେବ । ଏହା ହେଉଛି ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ (nuclear fusion) । ଏଥିରେ କୌଣସି ଅସ୍ଥିର ନାଭିକର ବିଭାଜନ ଦରକାର ହୁଏ ନାହିଁ । ଦୁଇଟି ହାଲୁକା ନାଭିକକୁ ଏକାଠି କରି ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ନାଭିକରେ ପରିଣତ କରି ମଧ୍ୟ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିହେବ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ବସ୍ତୁ-ଶକ୍ତି ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ କାମ କରିଥାଏ । ଦୁଇଟି ନାଭିକକୁ ମିଶାଇ ଗୋଟିଏ ନାଭିକରେ ପରିଣତ କଲେ, ନୂତନ ନାଭିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପୂର୍ବର ଦୁଇ ନାଭିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସମଷ୍ଟିଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ ।



[ଚିତ୍ର-44: ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା]

ଉଦଜାନର ଦୁଇଟି ସମସ୍ଥାନିକ ହେଉଛି ଡ଼ିଉଟେରିୟମ୍ (ନାଭିକରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍) ଏବଂ ଟ୍ରିଟିୟମ୍ (ନାଭିକରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଦୁଇଟି ନିଉଟ୍ରନ୍) । ଏହି ଦୁଇଟିର ସଂଯୋଗରେ ହିଲିୟମ୍ ନାଭିକ ଓ ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ସହ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ଡ଼ିଉଟେରିୟମ୍ + ଟ୍ରିଟିୟମ୍ → ହିଲିୟମ୍-4 + ନିଉଟ୍ରନ୍ + ଶକ୍ତି

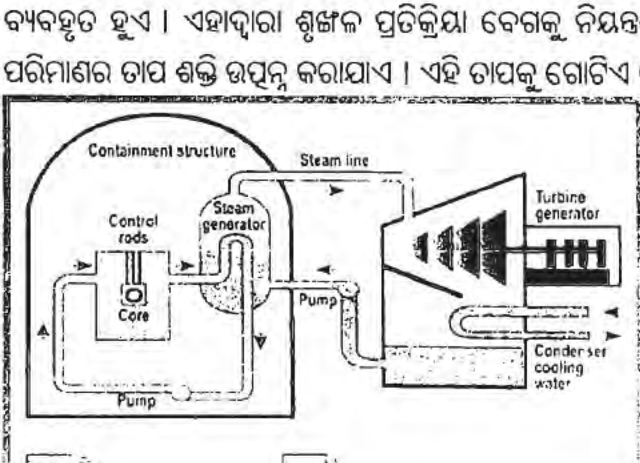
ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଅସୁବିଧା ଅଛି । ଦୁଇଟି ଧନାତ୍ମକ ନାଭିକ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରିବେ । ଏଣୁ ଏହି ଦୁଇଟିକୁ ଏକାଠି କରି ସଂଯୋଜନ କରିବା ପାଇଁ 30,000,000 ଡ଼ିଗ୍ରୀ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍‌ରୁ ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରା ଦରକାର । ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ କୌଣସି ପାତ୍ର ସହ୍ୟ କରିପାରିବ ନାହିଁ ଏବଂ ଯେଉଁ ଧାତୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କଲେ ମଧ୍ୟ ତାହା ତରଳିଯିବ । ଅବଶ୍ୟ ଏଥିପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି ।

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଅନ୍ୟ ନକ୍ଷତ୍ରରେ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ସେଠାରେ ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଏହି ଶକ୍ତିରୁ ଆମେ ଆଲୋକ ଓ ତାପ ପାଇଥାଉ ।

ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉଦଜାନ ବୋମା ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇଛି । ଏହା ହେଉଛି ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ । ମନୁଷ୍ୟ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିବା ଯୁଦ୍ଧାସ୍ତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଏହା ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ମାରାତ୍ମକ । କିନ୍ତୁ ଆଣବିକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରି ମାନବ ସେବାରେ ଲଗାଇ ପାରିଲେ ପୃଥିବୀର ଶକ୍ତି ସମସ୍ୟା ଦୂର ହୋଇପାରିବ ।

ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ

ଆଣବିକ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପଶକ୍ତିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଉଛି । ଏହା ହେଉଛି ପରିବେଶ ପ୍ରଦୂଷଣ ମୁକ୍ତ । ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରର ମୁଖ୍ୟ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡିକ ହେଉଛି ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟର, ବଏଲର୍ ବା ବାଷ୍ପ ଉତ୍ପାଦକ, ଟରବାଇନ୍ ଓ ଜେନେରେଟର୍ । ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରରେ ପରମାଣୁର (ୟୁରାନିୟମ୍-235) ବିଭାଜନ କରାଯାଏ । ୟୁରାନିୟମ୍ର ଅନେକ ସମସ୍ଥାନିକ ଅଛି । ସେଥିମଧ୍ୟରୁ ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ହେଉଛି ୟୁରାନିୟମ୍-235 (ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 235) ଓ ୟୁରାନିୟମ୍-238 (ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 238) । ୟୁରାନିୟମ୍- 238 ଅପେକ୍ଷା ୟୁରାନିୟମ୍-235 ହେଉଛି କମ୍ ଅସ୍ଥିର । ଏଣୁ ୟୁରାନିୟମ୍-235ର ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇଥାଏ । ଏଠାରେ ତାପ ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ମନ୍ଦକ ଭାବେ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ କିମ୍ବା ଭାରିଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବେଗକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ତାପ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଏ । ଏହି ତାପକୁ ଗୋଟିଏ ତରଳ ଧାତୁରେ

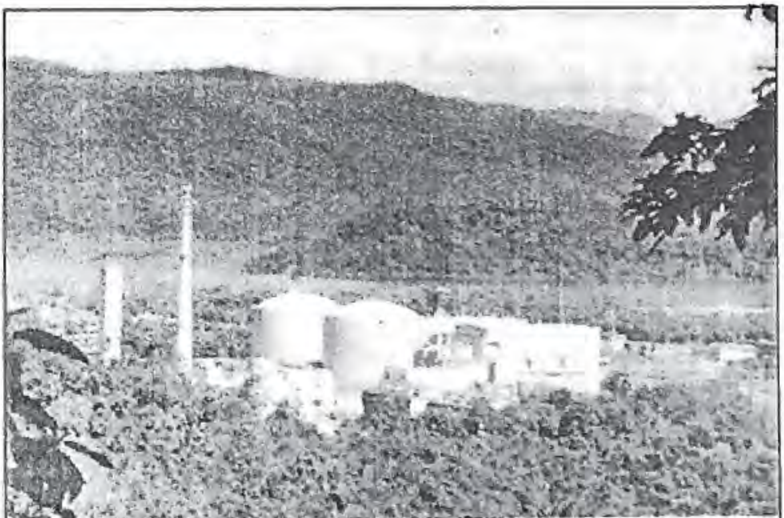


[ଚିତ୍ର-45: ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର]

ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ (ତରଳ ଧାତୁକୁ ଏହି ତାପଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ) । ତରଳ ଧାତୁର ତାପରେ ବଏଲରରେ ଥିବା ଜଳ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ଟରବାଇନ୍ ଓ ଜେନେରେଟରକୁ ଘୂରାଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଏ ।

1951 ମସିହାରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ଇଡ଼ାହୋଠାରେ ପ୍ରଥମ ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିଲା । 2014 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ ମାସ ସୁଦ୍ଧା 31ଟି ଦେଶରେ 435ଟି ଆଣବିକ ରିଆକ୍‌ଟରରୁ 375303 ମେଗାୱାଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଉଛି । ଏହା ହେଉଛି ପୃଥିବୀରେ ସମସ୍ତ ଉତ୍ସରୁ ଉତ୍ପାଦିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର 11 ପ୍ରତିଶତ ।

ଆମ ଦେଶରେ 20ଟି ରିଆକ୍‌ଟରରୁ 4780 ମେଗାୱାଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହେଉଛି । ଆମର ପାରମ୍ପରିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସ କୋଇଲା ଓ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ତୈଳ କ୍ରମଶଃ ନିଃଶେଷ ହେଉଛି । ଏଣୁ ଭବିଷ୍ୟତରେ ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନର ମୁଖ୍ୟ ଉତ୍ସ ହେବ । ସାରଣୀ-4ରେ ଭାରତର ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରଗୁଡିକର ନାମ ଓ କ୍ଷମତା ଦର୍ଶାଯାଇଛି ଏବଂ ସାରଣୀ-5ରେ ନିର୍ମାଣାଧୀନ ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି ।



[ଚିତ୍ର-46: କାଇଗା ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର]

ସାରଣୀ-4
ଭାରତର ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର

କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର ନାମ	ରାଜ୍ୟ	ରିଆକ୍ଟର ସଂଖ୍ୟା	ମୋଟକ୍ଷମତା (ମେଗାୱାଟ୍)
1	ତାରାପୁର	ମହାରାଷ୍ଟ୍ର	4	1400
2	କୋଟା	ରାଜସ୍ଥାନ	6	1180
3	କାଲ୍ପାକମ୍	ତାମିଲନାଡୁ	2	440
4	କାଇଗା	କର୍ଣ୍ଣାଟକ	4	880
5	ନାରୋରା	ଉତ୍ତରପ୍ରଦେଶ	2	440
6	କାକ୍ରାପର	ଗୁଜରାଟ	2	440
	ମୋଟ		20	4780

ସାରଣୀ-5
ଭାରତର ନିର୍ମାଣାଧୀନ ଆଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର

କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା	ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରନାମ	ରାଜ୍ୟ	ରିଆକ୍ଟର ସଂଖ୍ୟା	ମୋଟକ୍ଷମତା (ମେଗାୱାଟ୍)	କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହେବାର ବର୍ଷ
1	କୁଡ଼ାଙ୍କୁଲମ୍	ତାମିଲନାଡୁ	2	2000	2014
2	କୋଟା	ରାଜସ୍ଥାନ	2	1400	2016
3	କାକ୍ରାପର	ଗୁଜୁରାଟ	2	1400	2015
	ମୋଟ		6	4800	

ପରମାଣୁ ବୋମା

ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ପରମାଣୁ ରିଆକ୍ଟରରୁ ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ହେଉଛି ପରମାଣୁ ବୋମା । ଏହାର ଧ୍ୱଂସକାରୀ ଶକ୍ତି ଅକଳନୀୟ । ପରମାଣୁ ବୋମା ନିର୍ମାଣର ବିଶଦ ତଥ୍ୟ ଏଠାରେ ଦେବା ସମୀଚିନ ମନେ କରାଯାଉ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ପୃଥିବୀରେ ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିକ୍ଷେପିତ ଦୁଇଟି ପରମାଣୁ ବୋମା ସମ୍ବନ୍ଧରେ କିଛି ସୂଚନା ଏଠାରେ ଦିଆଯାଉଛି ।

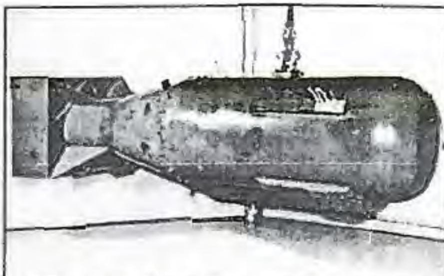
ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧ (1939-1945) ସମୟରେ ପ୍ରଥମ ପରମାଣୁ ବୋମାର ନିର୍ମାଣ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିଲା । ଏହାପରେ ଅନେକ ଦେଶ କେତେଗୁଡିଏ ପରମାଣୁ ବୋମା ନିର୍ମାଣ କରି ସାଇତି ରଖିଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ଭଗବାନଙ୍କ ଦୟାରୁ ସେଗୁଡିକର ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇନାହିଁ । ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱ ଯୁଦ୍ଧରେ ଶତ୍ରୁ ପକ୍ଷକୁ ପରାଜିତ କରିବା ପାଇଁ ମିତ୍ର ପକ୍ଷର ନେତୃତ୍ୱ ନେଇଥିବା ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକା ଗୁପ୍ତରେ ପରମାଣୁ ବୋମା ନିର୍ମାଣ କଲା ।

ପ୍ରଥମ ପରମାଣୁ ବୋମା 1945 ମସିହା ଜୁଲାଇ ମାସ 16 ତାରିଖରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ନିଉ ମେକ୍ସିକୋର ଆଲ୍‌ମାଗାର୍ଡୋଠାରେ ସଫଳ ଭାବେ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇଥିଲା । ଏହାପରେ ନିର୍ମିତ ଅନ୍ୟ ଦୁଇଟି ପରମାଣୁ ବୋମାକୁ ଜାପାନ ଉପରେ ନିକ୍ଷେପ କରିବା ପାଇଁ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକା ସ୍ଥିର କଲା । ଏହି ଦୁଇଟି ବୋମାର ନାମ ହେଉଛି କ୍ଷୁଦ୍ର ବାଳକ (Little boy) ଓ ମୋଟା ମଣିଷ (Fan man) ।

ଲିଟିଲ୍ ବଏ୍ ବୋମା

1945 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ ମାସ 6 ତାରିଖ ଦିନ ଜାପାନର ହିରୋସୀମା ସହରରେ ଏହାକୁ ପକା ଯାଇଥିଲା । ଏହି ବୋମା ୟୁରାନିୟମ୍-235 ପରମାଣୁରୁ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିଲା । ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଥିଲା 3 ମିଟର, ପ୍ରସ୍ଥ 1 ମିଟର ଏବଂ ଓଜନ ଥିଲା

4 ଟନ୍ । ଏହାର ବିସ୍ଫୋରଣ କ୍ଷମତା ଥିଲା 20000 ଟନ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି. । ଏଥିରେ 15 କି.ଗ୍ରା. ୟୁରାନିୟମ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିଲା । ଆକାରରେ ଛୋଟ ହେତୁ ଏହାର ନାମ ଲିଟିଲ୍ ବଏ୍ ରଖାଯାଇଥିଲା ।

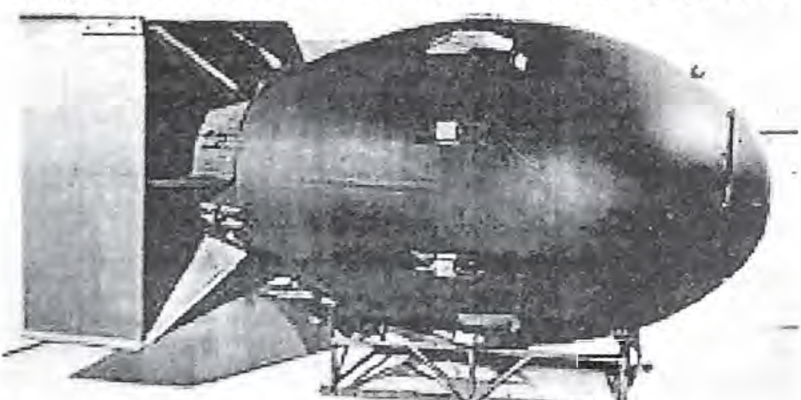


[ଚିତ୍ର-47: ଲିଟିଲ୍ ବଏ୍ ପରମାଣୁ ବୋମା]

ବୋମାଟି ହିରୋସୀମା ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଉଡ଼ାଜାହାଜରୁ ପକାଯାଇଥିଲା । ଏହା ସହରର 4 ବର୍ଗ ମାଇଲ ଅଞ୍ଚଳକୁ ମୁହୂର୍ତ୍ତକ ମଧ୍ୟରେ ଧ୍ୱଂସ କରିଦେଇଥିଲା । ଏଥିରେ 66000 ଲୋକ ମୃତ୍ୟୁବରଣ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପ୍ରାୟ 70000 ଲୋକ ଗୁରୁତର ଭାବେ ଆଘାତ ହୋଇଥିଲେ । ସହରର ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ କୋଠାବାଡ଼ି ଭୁଷୁଡ଼ି ଧ୍ୱଂସସ୍ତୂପରେ ପରିଣତ ହୋଇଥିଲା ।

ଫ୍ୟାଟ୍ ମ୍ୟାନ୍ ବୋମା

ଫ୍ୟାଟ୍ ମ୍ୟାନ୍ ବୋମା ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍-239 ପରମାଣୁରୁ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିଲା । ଏହାର ଲମ୍ବ 3.25 ମିଟର, ପ୍ରସ୍ଥ 1.5 ମିଟର ଏବଂ ଓଜନ 4.5 ଟନ୍ ଥିଲା । ଏହାକୁ 1945 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ ମାସ 9 ତାରିଖ ଦିନ ଜାପାନର ଅନ୍ୟତମ ସହର



[ଚିତ୍ର-48: ଫ୍ୟାଟ୍ ମ୍ୟାନ୍ ପରମାଣୁ ବୋମା]

ନାଗାସାକି ଉପରେ ନିକ୍ଷେପ କରାଗଲା । ଏହାର ଶକ୍ତି 22000 ଟନ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି ଥିଲା । ଏଥିରେ 74000 ଲୋକ ପ୍ରାଣ ହରାଇଲେ । ଜାପାନ ଏହାର ଦୁଇ ଦିନ ପରେ ଆତ୍ମସମର୍ପଣ କଲା ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧର ଅବସାନ ଘଟିଲା ।



[ଚିତ୍ର-4:ନାଗାସାକିରେ ବୋମା ବିସ୍ଫୋରଣ ପରର ଦୃଶ୍ୟ]

ଉଦଜାନ ବୋମା

ଜାପାନରେ ପଡ଼ିଥିବା ଦୁଇଟିଯାକ ପରମାଣୁ ବୋମା 'ଆଣବିକ ବିଭାଜନ' ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କାମ କରିଥିଲା । 'ପରମାଣୁ ସଂଯୋଜନ' ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଏହାଠାରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ବୋମା ବର୍ତ୍ତମାନ ନିର୍ମିତ ହେଲାଣି । ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ଛୋଟ ପରମାଣୁକୁ ଏକାଠି କରାଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଉଦଜାନର ସମସ୍ଥାନିକ ଉପଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଏଣୁ ଏହି ବୋମାର ନାମ 'ଉଦଜାନ ବୋମା' ରଖାଯାଇଛି । ଉଦଜାନ ବୋମା କାମ କରିବା ପାଇଁ 10 ରୁ 20 ନିୟୁତ ସେଲସିୟମ୍ ଡ଼ିଗ୍ରୀ ତାପମାତ୍ରା ଦରକାର ହୋଇଥାଏ । ଏହି ତାପମାତ୍ରା ୟୁରାନିୟମ୍-235 ରୁ ନିର୍ମିତ ପରମାଣୁ ବୋମାରୁ ମିଳିଥାଏ । ପରମାଣୁ ବୋମାକୁ ଉଦଜାନ ବୋମା ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ପ୍ରଥମେ ଏଥିରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢାଇଥାଏ ଏବଂ ତା'ପରେ ଉଦଜାନ ବୋମା ବିସ୍ଫୋରିତ ହୋଇଥାଏ ।

ନିଉଟ୍ରନ୍ ବୋମା

ନିକଟରେ ଉଦଜାନ ବୋମା ମଧ୍ୟରେ ପରମାଣୁ ବୋମାକୁ (ୟୁରାନିୟମ୍-235 ରୁ ନିର୍ମିତ) ନରଖି ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଲେଜର୍ ରଶ୍ମି ବ୍ୟବହାର କରିବାର ପ୍ରଯୁକ୍ତିବିଦ୍ୟା ବିକଶିତ ହୋଇଛି । ଏଥିରୁ କେବଳ ନିଉଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ, ଯାହା ସଜୀବ ଜୀବକୋଷ ପାଇଁ ଅତୀବ କ୍ଷତିକାରକ । ଏହା ମନୁଷ୍ୟ ଓ ଜୀବଜନ୍ତୁକୁ ବିନାଶ କରୁଥିବାବେଳେ କୋଠାବାଡ଼ି, କଳକାରଖାନା ତଥା ଅନ୍ୟ ନିର୍ଜୀବ ବସ୍ତୁର କୌଣସି କ୍ଷତି ପହଞ୍ଚାଇ ନ ଥାଏ । ଏଭଳି ବୋମାରୁ କେବଳ ନିଉଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାକୁ 'ନିଉଟ୍ରନ୍ ବୋମା' କୁହାଯାଉଛି । ଏହା ବର୍ତ୍ତମାନ ପରୀକ୍ଷା ସ୍ତରରେ ଅଛି ।

କାର୍ବନ୍‌ରୁ କାଳ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ

କାର୍ବନ୍-14 କାଳ ନିରୂପଣ ପଦ୍ଧତି

କାର୍ବନ୍-14 କାଳ ନିରୂପଣ ପଦ୍ଧତି (carbon dating) ହେଉଛି ଏକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ପଦ୍ଧତି ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ଜୈବିକ ଉତ୍ସ ଥିବା 50,000 ବର୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପୁରାତନ ବସ୍ତୁର କାଳ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିହୁଏ । ଏହା ଅସ୍ଥି, କପଡ଼ା, କାଠ ଓ ଉଦ୍ଭିଦ ତନ୍ତୁ ଆଦିର ବୟସ ନିର୍ଣ୍ଣୟରେ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଥାଏ । ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ଚିକାଗୋ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନୀ ଉଇଲାର୍ଡ୍ ଏଫ୍. ଲିବି (Willard F. Libby) 1946 ମସିହାରେ ଏହି ପଦ୍ଧତିର ବିକାଶ କରିଥିଲେ । ଏଥିପାଇଁ ତାଙ୍କୁ 1960 ମସିହାରେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନ ପାଇଁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ମିଳିଥିଲା ।

କାର୍ବନ୍-14 ର ସୃଷ୍ଟି

କାର୍ବନ୍-14 ହେଉଛି କାର୍ବନର ଗୋଟିଏ ସମସ୍ଥାନିକ । ଏଥିରେ ଛଅଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଆଠଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ମାତ୍ର ପ୍ରକୃତିରେ କାର୍ବନ୍-14 ମିଳି ନଥାଏ । ପୃଥିବୀରେ କେବଳ କାର୍ବନ୍-12 ଓ ଅଳ୍ପ କିଛି ପରିମାଣରେ କାର୍ବନ୍-13 ଗଚ୍ଛିତ ଅଛି । ମାତ୍ର କାର୍ବନ୍-14 ଏଠାରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ମହାକାଶରୁ ଅନବରତ ଏକ ପ୍ରକାର ବିଶେଷ ରଶ୍ମି ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଥାଏ । ଏହାକୁ ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି (cosmic ray) କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟକ୍ତି ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟାରେ ପ୍ରାୟ ପାଞ୍ଚ ଲକ୍ଷ ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିଥାଏ । ମାତ୍ର ଆମେ ଏହାକୁ ଅନୁଭବ କରି ପାରୁନାହୁଁ । ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ପରମାଣୁ ସହ ସଂଘର୍ଷ କରିଥାଏ । ମହାକାଶରୁ ଆସୁଥିବା ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମିକୁ ପ୍ରାଥମିକ (primary) ରଶ୍ମି କୁହାଯାଉଥିବାବେଳେ ଏହି ରଶ୍ମି କୌଣସି ପରମାଣୁ ସହ ସଂଘର୍ଷ କରି ଦ୍ୱିତୀୟକ (secondary) ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏହି ଦ୍ୱିତୀୟକ ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମିରେ ଗୋଟିଏ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଥାଏ । ଏହି ନିଉଟ୍ରନ୍

ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁ ସହ ସଂଘର୍ଷ ହେଲେ କାର୍ବନ୍-14 ପରମାଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଯବକ୍ଷାରଜାନ ପରମାଣୁରେ ସାତୋଟି ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ସାତୋଟି ନିଉଟ୍ରନ୍ ଅଛି । ଗୋଟିଏ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସହ ଏହାର ସଂଘର୍ଷ ହେଲେ ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍-14 ପରମାଣୁ (ଛଅ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ଆଠ ନିଉଟ୍ରନ୍) ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଉଦଜାନ ପରମାଣୁ (କେବଳ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟୋନ୍) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଉଛି

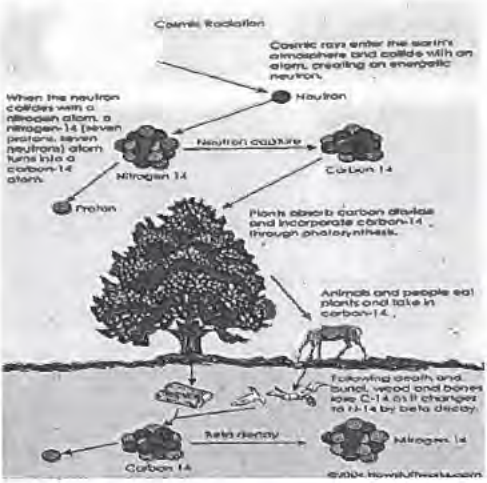
$${}_{7}N^{14} + n^{1} \rightarrow {}_{6}C^{14} + {}_{1}H^{1}$$

ଏହିପରି ଭାବେ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ କାର୍ବନ୍-14 ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହା ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ (radioactive) ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଏହାର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ (half-life period) ହେଉଛି 5700 ବର୍ଷ ।

ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁ ଶରୀରରେ କାର୍ବନ୍-14

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁରେ କାର୍ବନ୍‌ର ପରିମାଣ ସର୍ବାଧିକ । ଆମର ଖାଦ୍ୟ ହିଁ ମୁଖ୍ୟତଃ କାର୍ବନ୍‌କୁ ନେଇ ଗଠିତ । ପ୍ରକୃତିରେ କେବଳ ଉଦ୍ଭିଦ ଖାଦ୍ୟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥାଏ ଏବଂ ସମସ୍ତ ପ୍ରାଣୀ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ କିମ୍ବା ପରୋକ୍ଷରେ ଉଦ୍ଭିଦଠାରୁ ଖାଦ୍ୟ ଗ୍ରହଣ କରିଥାନ୍ତି । ଉଦ୍ଭିଦ ଆଲୋକ ସଂଶ୍ଲେଷଣ (photosynthesis) ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରୁ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଓ ଭୂଗର୍ଭରୁ ଜଳ ନେଇ ଖାଦ୍ୟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥାଏ । ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) କାର୍ବନ୍ ଓ ଅମ୍ଳଜାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଏଥିରେ ସାଧାରଣ କାର୍ବନ୍-12 ସହ ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମିଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା କାର୍ବନ୍-14 ମଧ୍ୟ ମିଶିଥାଏ । ଫଳରେ ଉଦ୍ଭିଦ ଓ ପ୍ରାଣୀ ଦେହରେ ରହିଥିବା କାର୍ବନ୍‌ରେ ଉଭୟ କାର୍ବନ୍-12 ଓ କାର୍ବନ୍-14 ରହିଛି । ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁରେ ଯେ କୌଣସି ସମୟରେ କାର୍ବନ୍-12 ଓ କାର୍ବନ୍-14ର ଅନୁପାତ ପ୍ରାୟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଥାଏ । ଏକ ଟ୍ରିଲିୟନ୍ (ଏକ ଲକ୍ଷ କୋଟି) କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁରେ ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍-14 ପରମାଣୁ ଥିବାର ଜଣାପଡ଼ିଛି । ଆମେ ଆଗରୁ ଜାଣିଛେ ଯେ କାର୍ବନ୍-14 ହେଉଛି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଏବଂ ଏହା କ୍ରମଶଃ ଅବକ୍ଷୟ ହେଉଥାଏ । ମାତ୍ର ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁ ଦେହରେ ଏହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ହାରରେ ନୂଆ କାର୍ବନ୍-14 ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ପୂରଣ ହେଉଥାଏ ।

ଏଣୁ ଜୀବନ୍ତ ଶରୀରରେ କାର୍ବନ୍-12 ଓ କାର୍ବନ୍-14ର ଅନୁପାତ ସର୍ବଦା ସମାନ ଥାଏ । ସମସ୍ତ ଜୀବନ୍ତ ପ୍ରାଣୀ ଓ ଉଦ୍ଭିଦ ଶରୀରରେ ଏହି ଅନୁପାତ ସମାନ ।



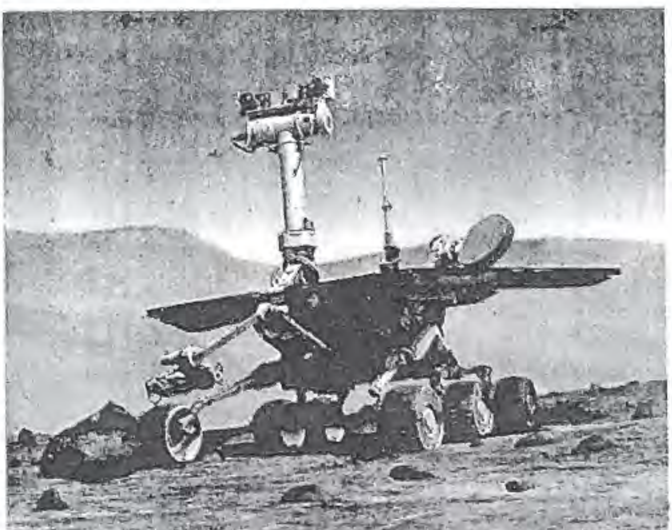
[ଚିତ୍ର-50:କାର୍ବନ୍ ଡେଟିଙ୍ଗ୍]

ଜୀବାଶ୍ମର କାଳ ନିରୂପଣ

କୌଣସି ପ୍ରାଣୀ କିମ୍ବା ଉଦ୍ଭିଦ ମୃତ୍ୟୁ ଲଭିଲେ, ଏହା ଆଉ ନୂଆ କାର୍ବନ ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ ନାହିଁ । ମୃତ୍ୟୁବେଳେ ଏହା ଶରୀରରେ କାର୍ବନ୍-12 ଓ କାର୍ବନ୍-14ର ଅନୁପାତ ଗୋଟିଏ ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁ ଦେହରେ ଥିବା ଏହି ଅନୁପାତ ସହ ସମାନ ଥିଲା । ମାତ୍ର ମୃତ୍ୟୁ ପରେ ଏହା ଶରୀରରେ କାର୍ବନ୍-14ର ଅବକ୍ଷୟ ଘଟେ ଓ କାର୍ବନ୍-12 ପରିମାଣ ସ୍ଥିର ରହେ । ମୃତ୍ୟୁ ପରେ ଏହା ବାହାରୁ କାର୍ବନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିପାରୁ ନଥିବାରୁ ଅବକ୍ଷୟ ହେଉଥିବା କାର୍ବନ୍-14 ଆଉ ପୂରଣ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହାର ପରିମାଣ କ୍ରମଶଃ ହ୍ରାସ ପାଇବାକୁ ଲାଗେ । କାର୍ବନ୍-12 ପରିମାଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ରହୁଥିବାରୁ ମୃତ ଶରୀର ବା ଜୀବାଶ୍ମରେ କାର୍ବନ୍-12ର ଓ କାର୍ବନ୍-14ର ଅନୁପାତ ବଢ଼ିବାକୁ ଲାଗେ । କାର୍ବନ୍-14ର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଜୀବନ କାଳ 5700 ବର୍ଷ ଆମକୁ ଜଣା । ଏଣୁ ଯେ କୌଣସି ଜୀବାଶ୍ମ ନମୁନାରେ କାର୍ବନ୍-12 ଓ କାର୍ବନ୍-14ର ଅନୁପାତକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଉପାୟରେ ମାପି ଏବଂ ଏହାକୁ ଜୀବନ୍ତ ବସ୍ତୁ ଦେହରେ ଥିବା ଅନୁପାତ ସହ ତୁଳନା କରି ଜୀବାଶ୍ମର ମୃତ୍ୟୁ ସମୟକୁ ସଠିକଭାବେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ ।

ପରମାଣୁ ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ

ଆଣବିକ ବିଭାଜନ ଉପାୟରେ ଉତ୍ପାଦିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ବୁଡ଼ାଜାହାଜ, ଜାହାଜ ଓ ମହାକାଶଯାନକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ଆଣବିକ ଶକ୍ତି ସମ୍ପନ୍ନ ବୁଡ଼ାଜାହାଜ ପାଣି ତଳେ ବହୁତ ବର୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅବିରତ ରହିପାରୁଛି । ପୃଥିବୀ କିମ୍ବା ମଙ୍ଗଳ କକ୍ଷକୁ ଯାଉଥିବା ମହାକାଶ ଯାନରେ ସୌର ଫଳକ ରହିଥାଏ, ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ କିରଣରୁ ସୌର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଦୂର ଗ୍ରହକୁ ଯାଉଥିବା ମହାକାଶଯାନ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣର ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ପାଇ ପାରିନଥାଏ । ଏଣୁ ସେଥିରେ ଆଣବିକ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଏ । ଶନି ଗ୍ରହ ଅଭିମୁଖେ ଯାଇଥିବା 'କାସିନି' ଯାନରେ ଏହିପରି ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଛି । ପୁନଶ୍ଚ ମଙ୍ଗଳ



[ଚିତ୍ର-51: ଆଣବିକ ଶକ୍ତି ଚାଳିତ ମଙ୍ଗଳପୃଷ୍ଠରେ କାର୍ଯ୍ୟରତ ରୋଭର୍ ଯାନ]

ପୃଷ୍ଠରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା 'ରୋଭର୍' ଯାନ ଏହି ଶକ୍ତିଦ୍ୱାରା ଚାଳିତ ହେଉଛି । ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିଚାଳିତ ରକେଟ୍ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ସମସ୍ଥାନିକଗୁଡ଼ିକୁ ଭେଷଜ ବିଜ୍ଞାନରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ । କ୍ୟାନସର୍ ରୋଗର ପ୍ରଥମ ଅବସ୍ଥାରେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ରେଡ଼ିୟମ୍ କିମ୍ବା କୋବାଲ୍ଟ ବ୍ୟବହାର କରି ଚିକିତ୍ସା କରାଯାଏ । କ୍ୟାନସର୍ ପ୍ରଭାବିତ କୋଷକୁ ନଷ୍ଟ କରିବା ପାଇଁ ବିକିରଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଯାହା ଫଳରେ କ୍ୟାନ୍‌ସର ଆକ୍ରାନ୍ତ ତନ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ବୃଦ୍ଧି ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଆୟୋଡ଼ିନ୍‌କୁ ଔଷଧ ସହିତ ବ୍ୟବହାର କରି ଥାଇରଏଡ୍ ଗ୍ରନ୍ଥି (thyroid gland) ରୋଗର ଚିକିତ୍ସା କରାଯାଇଥାଏ । ଯଦି ଥାଇରଏଡ୍ ଗ୍ରନ୍ଥିର କୌଣସି ଅସ୍ୱାଭାବିକ ବୃଦ୍ଧି ଯଥା କ୍ୟାନ୍‌ସର ରୋଗ ଜନିତ ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥାଏ, ତାକୁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଆୟୋଡ଼ିନ୍ ନଷ୍ଟ କରିଥାଏ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଶରୀରବିଜ୍ଞାନ (pathology) ଗବେଷଣାରେ ଶରୀର ମଧ୍ୟରେ ଜୈବରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଜାଣିବା ପାଇଁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପରମାଣୁ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଆନ୍ତି । ଗୋଟିଏ ଜୀବନ୍ତ କୋଷ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଉଛି ଜୈବରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା । ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପରମାଣୁ ଥିବା ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥକୁ ଇଞ୍ଜେକ୍‌ସନ୍‌ଦ୍ୱାରା ଶରୀର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇ କୋଷ ମଧ୍ୟରେ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥର ପଥକୁ ଚିହ୍ନିତ କରିହୁଏ । ଏଣୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପରମାଣୁକୁ ଟ୍ରେସର୍ (tracer) କୁହାଯାଏ । ଏହି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭିଦ ଓ ପ୍ରାଣୀମାନଙ୍କ ଶରୀର ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଅନେକ ତଥ୍ୟ ମିଳିଛି । ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଅଧ୍ୟୟନ ପାଇଁ ଟ୍ରେସର୍‌କୁ ପ୍ରଥମେ ବ୍ୟବହାର କରିଥିବାରୁ ହଙ୍ଗେରିର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜର୍ଜ ଡ଼େ ହେଭେସିଙ୍କୁ 1943 ମସିହାରେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ମିଳିଥିଲା ।

କେତେକ ହୃଦରୋଗୀ କୃତ୍ରିମ ହୃତପିଣ୍ଡ ପ୍ରେରକ ବା ପେସ୍ ମେକର୍ (Pace maker) ଲଗାଇଥାନ୍ତି । ଏହାକୁ ଛାତିର ଚର୍ମ ତଳେ ଶଲ୍ୟ ଚିକିତ୍ସା ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାପନ କରାଯାଇଥାଏ । ଯେଉଁ ରୋଗୀର ହୃତପିଣ୍ଡର ସ୍ପନ୍ଦନ ଅନିୟମିତ ଭାବେ ଚାଲେ, ଏହା ତାକୁ ନିୟମିତ କରିଥାଏ । ଆରମ୍ଭରେ ବ୍ୟାଟେରି ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହା ଚାଲୁଥିଲା । ଏଣୁ ବ୍ୟାଟେରି ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ନୂଆ ବ୍ୟାଟେରି ଲଗାଇବା ପାଇଁ

ପୁନଶ୍ଚ ଅସ୍ତ୍ରୋପଚାର କରିବାକୁ ପଡୁଥିଲା, ମାତ୍ର ବର୍ତ୍ତମାନ ବ୍ୟାଟେରି ଜାଗାରେ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇବା ପାଇଁ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍-238 ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି । ଏହା ଦଶ ବର୍ଷରୁ ଅଧିକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କାମ କରିଥାଏ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ରୋଗୀର ଶଲ୍ୟ ଚିକିତ୍ସା କମ୍ ହୋଇପାରିଛି ।

ସିଜିୟମ୍-138 ଦ୍ୱାରା କ୍ୟାନ୍ସର ଆରୋଗ୍ୟ ଏବଂ ଲୌହ-59 ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନ-15 ଦ୍ୱାରା ରକ୍ତଜନିତ ରୋଗକୁ ସହଜରେ ଚିହ୍ନଟ କରି ହେଉଛି । ଫସଫରସ୍-32 କିମ୍ବା ପୋଟାସିୟମ୍-40 ଦ୍ୱାରା ରକ୍ତହୀନତା ଭଲ ହୋଇପାରୁଛି । ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଫସଫରସ୍ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ଟ୍ୟୁମର୍, ରକ୍ତ କର୍କଟ ରୋଗ ଆଦିର ଚିକିତ୍ସା କରାଯାଉଛି ।

ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା ବିଷାକ୍ତ ଜୀବାଣୁ ଓ ବାକ୍ଟେରିଆଗୁଡିକୁ ମାରି ଦିଆଯାଇ ପାରିବ । ଗାମା ରଶ୍ମି ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦରକାରୀ । ଖାଦ୍ୟଦ୍ରବ୍ୟକୁ ବିଶୋଧନ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି । ଖାଦ୍ୟ ଦ୍ରବ୍ୟ ଗାମା ରଶ୍ମି ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିଲେ ତା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜୀବାଣୁ ମରିଯାଆନ୍ତି ଏବଂ ଖାଦ୍ୟଦ୍ରବ୍ୟ ସୁରକ୍ଷିତ ରହେ ।

ଆମେରିସିୟମ୍ ହେଉଛି ମନୁଷ୍ୟକୃତ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥ । ଏହାର ଏକ ସମସ୍ଥାନିକ ଆମେରିସିୟମ୍-241 ଘର ଭିତରର ଧୂଆଁକୁ ଠାବ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଆଧୁନିକ କଣିକା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ

ପରମାଣୁର ଅଧ୍ୟୟନ ହେଉଛି ବଡ଼ କୌତୁହଳଜନକ । ଆଜକୁ ପ୍ରାୟ 2500 ବର୍ଷ ପୂର୍ବରୁ ଏହାର ଅଧ୍ୟୟନ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ଏହା ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଆହୁରି ଅନେକ ବାକି ଅଛି । ଏହା ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆମେ ଯେତେ ଯେତେ ଅଧିକ ଜାଣୁଛେ, ଏହା ସେତେ ରହସ୍ୟମୟ ହୋଇଯାଉଛି । ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଥମ ଭାଗରେ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ବିକାଶ ପରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍, ନିଉଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ବ୍ୟତୀତ ଆହୁରି କେତେଗୁଡ଼ିଏ ଉପ-ପରମାଣବିକ କଣିକା ଆବିଷ୍କୃତ ହେଉାଣି । ଫଳରେ ପ୍ରାଚୀନ କାଳ ପରି ଏବେ ମଧ୍ୟ ଲୋକମାନେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କୁ ପଚାରୁଛନ୍ତି, "ବସ୍ତୁର ମୌଳିକ ଏକକ କ'ଣ ?" ପ୍ରଥମେ ଏହାର ଉତ୍ତର ପରମାଣୁ ଥିଲା । ପରେ ଆସିଲା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ।

ଆଧୁନିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ କଣିକାତ୍ୱରକ (particle accelerator) ରେ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଅତି ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଘୂରାଇ ଏବଂ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ସଂଘର୍ଷ କରାଇ ଜାଣିପାରିଲେ ଯେ ଆହୁରି କେତେଗୁଡ଼ିଏ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ଉପପରମାଣବିକ ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ପରମାଣୁ ଗଠିତ । ସର୍ବଶେଷ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁଯାୟୀ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ମୋଟ ବାରଟି ମୌଳିକ କଣିକାରୁ ପରମାଣୁ ଗଠିତ । ଏହା ହେଉଛି ଛଅଟି କ୍ୱାର୍କ (quark) ଓ ଛଅଟି ଲେପଟନ୍ (lepton) । ଛଅ ପ୍ରକାର କ୍ୱାର୍କ ହେଉଛି ଅପ୍ (up), ଡାଉନ୍ (down), ଚାର୍ମ (charm), ଷ୍ଟ୍ରେଞ୍ଜ (strange), ଟପ୍ (top) ଓ ବଟମ୍ (bottom) । ଛଅ ପ୍ରକାର ଲେପଟନ୍ ହେଉଛି ଆମର ପୁରୁଣା ପରିଚିତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍, ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ନିଉଟ୍ରିନୋ, ମ୍ୟୁଅନ୍ (muon), ମ୍ୟୁଅନ୍ ନିଉଟ୍ରିନୋ, ଟାଉ (tau) ଓ ଟାଉ ନିଉଟ୍ରିନୋ । ବିଗ୍‌ବ୍ୟାଙ୍ଗ୍ ପରେ ବିଶ୍ୱ ସୃଷ୍ଟି ହେବାବେଳେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର କ୍ୱାର୍କ ଓ ଲେପଟନ୍ ଥିଲା, ମାତ୍ର ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରକୃତିରେ ସେସବୁ ନାହିଁ । କ୍ୱାର୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେବଳ ଅପ୍ ଓ ଡାଉନ୍ କ୍ୱାର୍କର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ସଂଯୋଗରେ ପରମାଣୁର

ନାଭିକ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଲେପଟନ୍ ମଧ୍ୟରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବିନା ଆମେ ଚଳି ପାରିବା ନାହିଁ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ନିଉଟ୍ରିନୋ ଦରକାର ହୋଇଥାଏ ।

ନିଉଟ୍ରିନୋ ହେଉଛି ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଧରଣର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ କଣିକା । ଏହାକୁ ଏକ ବସ୍ତୁତ୍ୱବିହୀନ (massless) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ କଣିକା ଭାବେ ଧରାଯାଉଛି । ବାସ୍ତବରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅତି ନଗଣ୍ୟ ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ମପା ଯାଇପାରି ନାହିଁ । ଏଣୁ ଏହାକୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱବିହୀନ ଭାବେ ମନେ କରାଯାଉଛି । ଏହା ମୁଖ୍ୟତଃ ବିଟା କ୍ଷୟ ସମୟରେ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ସାଧାରଣ ପଦାର୍ଥ ସହ ପ୍ରାୟ କୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ନାହିଁ । ଏହାର ବେଗ ଆଲୋକର ବେଗ ସହ ପ୍ରାୟ ସମାନ ।

ତିନୋଟି କ୍ୱାର୍କ ମିଳିତ ହୋଇ ପ୍ରୋଟୋନ୍ କିମ୍ବା ନିଉଟ୍ରନ୍ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଦୁଇଟି ଅପ୍ କ୍ୱାର୍କ ଓ ଗୋଟିଏ ଡ଼ାଇନ୍ କ୍ୱାର୍କରୁ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଗଠିତ । ସେହିପରି ଗୋଟିଏ ଅପ୍ କ୍ୱାର୍କ ଓ ଦୁଇଟି ଡ଼ାଇନ୍ କ୍ୱାର୍କରୁ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଗଠିତ । ବିଭିନ୍ନ ଶ୍ରେଣୀର କ୍ୱାର୍କ ମିଳିତ ହୋଇ ଗୋଟିଏ ନୂତନ ଶ୍ରେଣୀର ପଦାର୍ଥ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହାର ନାମ ହେଉଛି ହାଡ୍ରନ୍ (hadron) । ତିନି ପ୍ରକାର କ୍ୱାର୍କର ସଂଯୋଗରେ ଗୋଟିଏ ହାଡ୍ରନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାରୁ ଛଅ ପ୍ରକାର କ୍ୱାର୍କର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ସଂଯୋଗରେ 216 ପ୍ରକାର ହାଡ୍ରନ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରିବ । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏଥିରୁ ଅନେକ ପ୍ରକାରକୁ ଆବିଷ୍କାର କରାଯାଇ ପାରିଛି । ଏଗୁଡିକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ଲାମ୍ବଡା, ସିଗ୍‌ମା ଆଦି ନାମ ଦିଆଯାଇଛି । ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ହାଡ୍ରନ୍ । ବିଭିନ୍ନ ସଂଖ୍ୟକ ପ୍ରୋଟୋନ୍ ଓ ନିଉଟ୍ରନ୍‌ର ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସହ ସଂଯୋଗ ହୋଇ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ପରମାଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ।

ପରମାଣୁର ଗଠନକୁ ବୁଝିବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ 1970 ଦଶକରେ ଗୋଟିଏ ମଡେଲ୍ ତିଆରି କଲେ । ଏହାକୁ ଷ୍ଟାଣ୍ଡାର୍ଡ ମଡେଲ୍ (standard mode) କୁହାଯାଏ । ଛଅଟି କ୍ୱାର୍କ, ଛଅଟି ଲେପଟନ୍ ଓ ଛଅଟି ବଳବାହକକୁ ନେଇ ମଡେଲ୍‌ଟି ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଛି । ଛଅଟି ବଳବାହକ ହେଉଛି ଫୋଟନ୍, ଜେଡ୍ ବୋଷନ୍, ଡବ୍ଲ୍ୟୁ ପ୍ଲସ୍ ବୋଷନ୍, ଡବ୍ଲ୍ୟୁ ମାଇନସ ବୋଷନ୍, ଗ୍ଲୁଅନ୍ ଓ ହିଗସ୍ ବୋଷନ୍ । ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ଇଲିନୋଇସ୍‌ଠାରେ ଥିବା ଫର୍ମି ଲାବୋରେଟୋରୀରେ ପଦାର୍ଥ

ବିଜ୍ଞାନୀ ଲିଓନ୍ ଲେଦେରମାନ୍ ଓ ତାଙ୍କ ସହଯୋଗୀମାନେ ଏହି ମଡେଲ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରି ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ କେତେକ ଉପପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ସେଥିପାଇଁ ଲେଦରମାନ୍‌ଙ୍କୁ ୧୨୮୪ ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଥିଲା ।

ବଳବାହକଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରୁ ହିଗ୍‌ସ ବୋଷନ୍ ବହୁଦିନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅନାବିଷ୍କୃତ ହୋଇ ରହିଥିଲା । ଦୁଇଜଣ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ବ୍ରିଟେନ୍‌ର ପିଟର ହିଗ୍‌ସ (ଯାହାଙ୍କ ନାମରେ ଏହି କଣିକା ନାମିତ ହୋଇଛି) ଏବଂ ବେଲଜିୟମ୍‌ର ଫ୍ରାଙ୍କୋଇସ୍ ଇଂଲର୍ଟ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଭାବରେ 1964 ମସିହାରେ ଏହାର ପୂର୍ବାନୁମାନ କରିଥିଲେ । ସୁଇଜରଲାଣ୍ଡର ଜେନେଭା ନିକଟରେ ଥିବା ସର୍ନ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହାକୁ 2012 ମସିହାରେ ଆବିଷ୍କାର କରାଗଲା । ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଲାର୍ଜ ହାଡ୍ରୋନ୍ କୋଲାଇଡ଼ର୍ (Large Hadron Collider) ହେଉଛି ବୃହତ୍ତମ କଣିକାତ୍ୱରକ । ହିଗ୍‌ସ ବୋଷନ୍ ଯୋଗୁଁ କଣିକାଗୁଡିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଲାଭ କରିଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଫଳରେ ବିଶ୍ୱରେ ଜୀବଜଗତଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଗ୍ରହ, ନକ୍ଷତ୍ର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଗଠିତ ହୋଇଛି । ଏହାର ପୂର୍ବାନୁମାନ କରିଥିବାରୁ ପିଟର ହିଗ୍‌ସ ଏବଂ ଫ୍ରାଙ୍କୋଇସ୍ ଇଂଲର୍ଟଙ୍କୁ 2013 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି ।



ଇଂ. ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ କଟକ ଜିଲ୍ଲାର ନରସିଂହପୁର ବ୍ଲକ୍ ଅନ୍ତର୍ଗତ ବାସେଳିହତା ଗ୍ରାମରେ ୧୯୫୬ ମସିହାରେ ଜନ୍ମ ଗ୍ରହଣ କରିଛନ୍ତି । ସେ ୧୯୭୨ ମସିହାରେ କାନପୁର ବଂଶୀଧର ବିଦ୍ୟାପୀଠରୁ ସମଗ୍ର ଓଡ଼ିଶାରେ ପ୍ରଥମ ଦଶଜଣଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଥାନିତ ହୋଇ ମାଟ୍ରିକ୍ୟୁଲେସନ୍ ପରୀକ୍ଷାରେ ଉତ୍ତୀର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥିଲେ । ଏହାପରେ ରେଭେନ୍ସା କଲେଜରୁ ଆଇ.ଏସ୍‌ସି., ବୁର୍ଲା ଇଂଜିନିୟରିଙ୍ଗ୍ କଲେଜରୁ ବି.ଏସ୍.ସି. ଇଞ୍ଜିନିୟରିଙ୍ଗ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପ୍ରଥମ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରି ଏବଂ ଆଇ.ଆଇ.ଟି ରୁର୍‌କିରୁ ସ୍ନାତକୋତ୍ତର ଡିଗ୍ରୀ ଲାଭ କରିଛନ୍ତି । ସେ ଜାତୀୟ ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିଗମ, ତାଳଚେର ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର, ଓଡ଼ିଶା ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର ଓ ମେକନରେ ବିଭିନ୍ନ ପଦରେ କାର୍ଯ୍ୟକରି ୨୦୧୬ ମସିହାରେ ସେବାନିବୃତ୍ତ ହୋଇଛନ୍ତି । ତାଙ୍କର ମୋଟ ୪୨ଟି ପୁସ୍ତକ ପ୍ରକାଶ ପାଇଛି । ଏହା ବ୍ୟତୀତ ବିଭିନ୍ନ ପତ୍ରପତ୍ରିକାରେ ୫୦୦ରୁ ଅଧିକ ଜନପ୍ରିୟ ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଶିଶୁଲେଖା ପ୍ରକାଶିତ ହୋଇଛି । ସାହିତ୍ୟିକ କୃତି ପାଇଁ ସେ ଓଡ଼ିଶା ବିଜ୍ଞାନ ଏକାଡେମୀ, ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରଚାର ସମିତି, ରାଜଧାନୀ ପୁସ୍ତକମେଳା, ଭୁବନେଶ୍ୱର ପୁସ୍ତକ ମେଳା ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସଂସ୍ଥା ଦ୍ୱାରା ସମ୍ମାନିତ ହୋଇଛନ୍ତି ।

Rs.66/-